DIE
REIFUNG DES ARTHROPODENEIES

NACH BEOBACHTUNGEN

AN INSEKTEN, SPINNEN, MYRIAPODEN

UND PERIPATUS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

EINER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG

VORGELEGT

VON

FRANZ STUHLMANN

AUS HAMBURG.

SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEN „BERICHTEN DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT“ ZU FREIBURG I. B.

Bd. I. 1886.

VERLAG VON J. C. B. MOHR (PAUL SIEBECK) IN FREIBURG I. B.

Druck von C. A. Wagner in Freiburg i. B.

SEINEM THEUREN VATER

HERRN ARCHITEKTEN

RUDOLPH STUHLMANN

IN HAMBURG

IN TREUSTER DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Nachfolgende Untersuchungen wurden im Sommer und Herbst 1885 auf Anregung von Herrn Geheimrath Professor Dr. Weismann auf dem zoologischen Institut zu Freiburg gemacht und im November und December desselben Jahres niedergeschrieben. Was die allgemeine Methode der Untersuchung anbetrifft, so stellte ich mir die Aufgabe, die zu behandelnde Frage vergleichend-entwicklungsgeschichtlich zu lösen. Ich wollte bei einer grösseren Anzahl von Formen die Bildungsgeschichte des Eies und besonders des Keimbläschens verfolgen um dann durch Vergleichung der Beobachtungen das Allgemeine in ihnen auffinden zu können. Bei der Verfolgung der Vorgänge einer einzelnen Art konnte ich mich zu leicht irren, wenn ich aber bei möglichst vielen Formen dieselben Vorgänge constatiren konnte, so war ein Irrthum weit weniger möglich. — Während der ganzen Zeit war Herr Professor Weismann mir mit Rath und That behilflich und controllirte fast alle meine Beobachtungen. Für das rege Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte und für seine grosse Liebenswürdigkeit, mit der er mich stets leitete, sage ich ihm hier nochmals öffentlich meinen Dank. Ebenso bin ich den Herren Professor Gruber, Dr. van Rees, Dr. Korschelt und Dr. Kraepelin zu grossem Danke verpflichtet; besonders war es mein Freund Herr Dr. van Rees, der mir durch seine grosse Erfahrung in der Technik vielfach hilfreiche Hand leistete. Endlich danke ich noch Herrn Professor v. Kennel für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir seine sämmtlichen Schnittserien durch die Ovarien und Receptacula ovorum von Peripatus zur Untersuchung überliess.

F. Stuhlmann.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550827_0018

Inhaltsverzeichniss.

Seite

I. Einleitung 1

Historische Entwickelung der Reifungserscheinungen überhaupt . 1

Was war von den Arthropoden hierüber bekannt? 7

Untersuchungsmethoden 12

II. Beobachtungen 15

a. Insekten 15

Carabus nemoralis und auratus 15

Dytiscus marginalis 22

Silpha atrata und sinnata 25

Necrophorus vespillo 28

Geotrupes und Cetonia 29

Lina populi 30

Lycus aurora 32

Periplaneta orientalis 34

Gryllotalpa vulgaris 35

Locusta viridissima 36

Pieris brassicae 37

Sphinx ligustri 39

Plasma an der Mikropyle zur Anlockung der Spermatzoen 42

Parthenogenetische Kerne (?) 43

Zygaena filipendulae 44

Musca vomitoria 48

Parthenogenetische Kerne (?) 52

Furchungskern 54

Erste Embryonalkerne 56

Anabolia 59

Vespa germanica und media 60

Diffuse Dotterkerne 61

Bombus terrestris 62

Trogus lutorius 64

Banchus fulvipes 65

Pimpla sp. 67

Seite

Anomalon circumflexum 68
Dotterkern 68
Lampronota (?) 71
Ophion ventricosum u. luteum 74
Ephialtes liturater u. sp. 75
Ambyteles castigator 76
Aphrophora spumaria 78
B. Spinnen.
Epeira diademata 79
Phalangium sp. 82
C. Myriapoden.
Julus sp. 84
Glomeris marginata 86
D. Peripatus Edwarsii 89
Entstehung des Eies 89
Reifung und Befruchtung 91
Anhang zum beschreibenden Theil 93
Die Genese des Tunicateneies 93
1. Amaroecium rubicundum 95
2. Clavelina lepadiformis 96
3. Phallusia 98
III. Zusammenfassung der Resultate 99
1. Die Entstehung des Eies aus den Keimzellen 99
2. Die Reifungserscheinungen 100
Wanderung des Keimbläschens zur Eiperipherie . . 100
Ballenaustritt 101
Eine Modifikation der direkten Kerntheilung . . . 102
Abweichung von anderen Thieren durch Dotterreichthum hervorgerufen 103
3. Das Schwinden des Keimbläschens; allmählich durch Dotterreichthum hervorgerufen 105
4. Vergleich mit den Wirbelthieren 107
5. Der Dotterkern 110
Diffuser Dotterkern 110
Eigentlicher Dotterkern 110
Resumé 112
Literaturverzeichniss 113
Tafelerklärungen 120

I. Einleitung.

Das Interesse der Zoologen hat sich in den letzten Jahren mit grosser Vorliebe den allerersten Entwicklungserscheinungen zugewandt, einerseits wohl, weil durch das genaue Studium dieser Vorgänge eine feste Basis gelegt wird, auf der man die weiteren Erscheinungen der Entwickelung von thierischen und pflanzlichen Organismen aufbauen kann, andererseits aber auch besonders, weil sie von hohem theoretischen Werth sind. Die Fragen nach der Bedeutung des Eikerns, nach der Continuität des Lebens, ja endlich die Frage nach der Vererbung, alle sind auch mit den ersten Entwickelungsvorgängen der Organismen verknüpft.

Ein sehr hohes theoretisches Interesse nehmen nun auch die „Reifungserscheinungen“ des Eies in Anspruch, d. h. die Vorgänge in der Eizelle, welche unmittelbar der eigentlichen Befruchtung, der Conjugation des Eikerns mit dem Spermakern vorhergehen, oder anders gesagt, der Prozess, durch welchen das Keimbläschen des Eies in den „Eikern“ verwandelt wird.

Es sei mir gestattet, zuerst eine kurze historische Uebersicht über die Entwicklung dieser Frage zu geben.

Ich darf wohl vorausschicken, dass man jetzt fast allgemein annimmt, dass das Ei den morphologischen Werth einer einfachen Zelle hat. Immer ist man sich aber durchaus nicht hierüber klar ge-

wesen und noch neuerdings sind Ansichten aufgetaucht, welche die Zellennatur des Eies bestreiten; v. BISCHOFF [31.]*) in früherer Zeit, A. VILLOT [164.] und ALEX. BRANDT [35.] in dem letzten Jahrzehnt haben noch mit Eifer die alte und längst widerlegte Ansicht verfochten, dass das Keimbläschen die eigentliche Zelle sei, deren Kern in dem Keimfleck zu suchen wäre. Das eigentliche Ei wäre demnach ein secundäres Gebilde, bestehend aus einer primitiven Zelle, dem Keimbläschen und einer Menge darum gelagerten Protoplasmas, dem Eikörper.

Eine zweite Ansicht möchte ich hier noch erwähnen, die nämlich, dass das Ei geradezu als todte organische Substanz betrachtet wird. ALEXANDER GOETTE [63.] und L. WILL [179] sind die Vertreter dieser Anschauung, welche von Letzterem in folgenden Worten zusammengefasst wird: „Von dem reifen Ei als einer Zelle kann unter keinen Umständen geredet werden, ... das reife Ei aller Thiere ist das alle Bedingungen für die spätern Entwickelungen einschliessende Product der Thätigkeit einer oder mehrerer Zellen.“

Trotz dieser gegentheiligen Meinungen werden wohl die Mehrzahl der Forscher an der Zellennatur des Eies festhalten.

Was wird nun aber aus dem Keimbläschen bei der beginnenden Entwickelung des Eies? Mehrere entgegengesetzte Ansichten machten sich hier im Laufe der Zeit geltend. Die Einen liessen das Keimbläschen sich direkt in die beiden ersten Furchungskerne theilen. K. E. v. BAER [4.] behauptete dies für Echinus, JOH. MÜLLER [110.] für Entoconcha, R. LEUCKART [97.] für Melophagus, ebenso LEYDIG [103.] für Notommata, KÖLLIKER [91] für Syphonophora, Pteropoda, Heteropoda und Sagitta, HAECKEL [71.] für Syphonophora, PAGENSTECHER [125.] für Trichina, KOWALEWSKY für Holuthurien, Ascidien und Würmer u. s. w., sodass LEYDIG den allgemeinen Satz aufstellte, dass durch die Teilung des Keimbläschens der Furchungsprozess eingeleitet wird.

Der letzte Forscher, der mit Eifer diese Anschauung verfocht, war E. v. BENEDEN in seinem Werk „über die Zusammensetzung und Bedeutung des Eies“ [22]. Er stützt sich darin auf Beobachtungen an Distoma cygnoïdes, Ascaris rigida, einigen Crustaceen und Säugethieren. Doch lassen sich die Schlüsse, durch die er auf seine Theorie kommt, sehr bestreiten, wie FOL [58] in seiner grossen Arbeit gezeigt hat. In späteren Arbeiten ist er denn auch bald von dieser Anschauung zurückgekommen.

*) Die in eckige Klammern gefassten Zahlen beziehen sich auf die Nummern des Literaturverzeichnisses.

Diesem gegenüber steht die vollkommen andere Ansicht, dass das Keimbläschen aus dem Ei gänzlich verschwinde. Die Vertreter derselben sind ausserordentlich zahlreich, so dass es zu weit führen würde, sie auch nur annähernd hier aufzuführen, besonders auch, da Fol [58] eine recht vollständige Uebersicht von ihnen giebt. Hier seien nur einige wenige erwähnt: Purkinje [129] lässt bei den Vögeln das Keimbläschen sich vor der Befruchtung mit dem Dotter vermischen, Rusconi [137] behauptet dasselbe von den Batrachiern und K. E. v. Baer [5. 6] von Huhn, Eidechse, Frosch und von Fischen. Das Keimbläschen soll an die Oberfläche steigen und sein Inhalt sich hier zerstreuen. Ganz ähnliches berichtet auch Oellacher [121 a. b.] für die Vögel und C. Vogt [165], Cramer [50] und Ecker [54] für die Amphibien.

Aber nicht nur für die meistens sehr dotterreichen Eier der Wirbelthiere wurde das Verschwinden des Keimbläschens behauptet. Eine grosse Zahl von Forschern beschrieben dasselbe für Mollusken, Würmer und Coelenteraten, so dass Leuckart im Jahre 1853 [98] und Milne-Edwards 1863 [144] die Behauptung aufstellten, dass allgemein das Keimbläschen vor der Befruchtung aus dem Ei schwände. Letzterer besonders formulirte seine Ansicht in folgenden Worten (p. 393): „la disparition de cette cellule primordiale (Keimbläschen) ne peut être considérée que comme une conséquence de sa mort naturelle; c'est le terme normal de l'existence d'un être vivant dont le rôle biologique est terminé et en général ce phénomène semble caracteriser la période de la maturité de l'oeuf."

Auch E. Haeckel, der früher die directe Theilung des Keimbläschens behauptet hatte, schliesst sich in seiner „Gastraeatheorie" [72] dieser Meinung an. Das Schwinden des Eikernes bedeutet nach ihm ein Zurückgehen in der Ontogenie auf die kernlose Monere. Haeckel schlägt desshalb den Namen „Monerula" für das Ei auf diesem Entwicklungsstadium vor.

Was nun die Art und Weise anbetrifft, auf die das Keimbläschen im Ei schwinden sollte, so sind die Autoren darin verschiedener Ansicht. Die einen Beobachter, denen die meroblastischen Eier der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische als Untersuchungsmaterial gedient hatten, lassen fast alle das Keimbläschen an die Oberfläche des Eies steigen und dort nach dem Platzen seinen Inhalt ausstossen.

Die meisten übrigen Forscher, denen andere Thiere zur Untersuchung vorgelegen hatten, beschreiben ebenfalls, dass das Keimbläschen,

an die Oberfläche steigt und dort schwindet, dass aber in dem Moment, wo letzteres geschieht, ein oder zwei kleine Kügelchen auf der Oberfläche des Eies erscheinen, die sie mit dem Namen „Richtungskörperchen“ oder „Polkörperchen“ bezeichnen.

Die Ersten, welche diese Kügelchen sahen, waren wohl J. P. v. BENEDEN und WINDISCHMANN [28]. Nach diesen wurden sie von einer sehr grossen Anzahl von Forschern beobachtet, welche aufzuzählen ausserhalb des Bereiches dieser Arbeit liegt.

Es lag nun die Frage nach dem Ursprung und der Bedeutung dieser „Richtungskörper“ sehr nahe. Zuerst brachte man sie natürlich direct mit dem Verschwinden des Keimbläschens in Verbindung. Einige Forscher, wie DERBÈS [51] und v. BAER [4] beim Seeigel, LEYDIG bei Piscicola [100] und BISCHOFF [30] beim Kaninchen, liessen das Keimbläschen als Richtungskörper ausgestossen werden, während der Keimfleck im Ei zurückbleiben sollte, eine Ansicht die später eine Zeit lang auch von HERTWIG wieder aufgenommen wurde.

LOVÉN [105.] und andere meinten dagegen, dass der Keimfleck ausgestossen würde und das Keimbläschen im Ei bliebe. Wieder andere Beobachter hielten es für wahrscheinlich, dass die Polkörperchen gar nichts mit den Keimbläschen zu thun hätten. Es seien nur einfache Plasmatropfen, die aus dem Ei austreten. Unter ihnen ist RATHKE [130.] und ROBIN [133.] zu nennen.

Indem ich nun eine Anzahl von Arbeiten übergehe, wende ich mich zu der von BÜTSCHLI [43.], durch die ein ganz neues Licht auf die Reifung des Eies geworfen wurde. Es waren nämlich inzwischen durch AUERBACH [1.] und STRASBURGER [156.] gewisse Erscheinungen bekannt geworden, wie sie bei der Kerntheilung auftraten. Zwei Sonnenfiguren stehen in Verbindung miteinander durch ein geschweiftes, spindelartiges Zwischenstück, das in der Mitte Verdichtungen zeigt. AUERBACH bezeichnete die Figuren als „Karyolytische“. Ganz ähnliche beobachtete nun auch BÜTSCHLI am Keimbläschen von Nephelis, Cucullanus, Limnaeus und Succinea. Dasselbe nimmt die gestreifte Spindelform an, rückt so an die Oberfläche des Eies und wird dort ganz, vielleicht aber auch nur theilweise ausgestossen.

Zu einem ähnlichen Resultat kam auch O. HERTWIG [77] in seiner ersten Arbeit über die „Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies.“ Er meint auf Grund seiner Untersuchungen an Toxopneustes lividus, dass das Keimbläschen an die Ober-

fläche gelangt, dort seine Membran verliert und vom Dotter resorbirt wird, während der Keimfleck im Ei zurückbleibt und zum definitiven Eikern wird. — Das Persistiren des Keimflecks ward nachher durch viele Untersuchungen widerlegt und auch Hertwig ist später zu anderen Ansichten gelangt. Sehr zur Aufklärung trugen nun die Untersuchungen von Fol [58] bei. Als Untersuchungsobjecte dienten ihm besonders Asterias glacialis und Astracanthion rubens, ausserdem aber noch Toxopneustes lividus, Pterotrachea und Sagitta.

Nach diesen Forschern verliert das Keimbläschen, während es an die Oberfläche des Eies wandert, seine Membran und wird undeutlich, so dass es häufig nur noch durch Reagentien nachweisbar ist. Es wandelt sich in eine Spindel um, deren in der Mitte verdickte Längsfasern senkrecht zur Eioberfläche stehen. Letztere wölbt sich erst etwas, dann immer stärker hervor bis es zur Abschnürung einer kleinen Kugel kommt. Dieser Prozess geht zwei Mal vor sich. Der im Ei zurückbleibende Rest verliert seine Spindelform und wird zum „Eikern" Hertwig's, zum „Pronucleus femininus" Fol's und v. Beneden's, der dann durch Conjugation mit dem Spermakern zum „Furchungskern" des Eies wird.

Inzwischen wurden nun auch die Vorgänge der Zelltheilung und besonders der Kerntheilung eingehend durch Strasburger, Flemming und Pfitzner studirt. Das Gerüst des Kerns, seine „chromatische Substanz", verändert sich vor der Kerntheilung stark, sie vermehrt sich bedeutend und nimmt die Gestalt eines vielfach verschlungenen Bandes an; dieses zerfällt bald in einzelne, gleich lange Stücke, die sich, winkelförmig gebogen, in bestimmter Weise anordnen. Es hat sich während dessen aus „achromatischer Substanz" eine Spindel gebildet, an deren Polen die sonnenförmigen Strahlungen des Protoplasmas, die „Amphiaster", zu sehen sind.

In der Mitte dieser Spindel ordnen sich die vorhin erwähnten „Kernschleifen" zu einem Kranz oder Stern, der sogenannten Kernplatte an. Nach kurzer Zeit beginnt nun jede der Schleifen sich der Länge nach zu spalten, und die verschiedenen Theilstücke rücken nach verschiedenen Seiten der Spindel auseinander. Es bilden sich so 2 Tochtersterne, daraus 2 Tochterknäuel und aus diesen 2 Tochterkerne. Die Substanz der Kernschleifen besteht aus sehr kleinen, mehr oder weniger runden, stark färbbaren Körnchen, den Mikrosomen, zwischen die eine nicht färbbare Substanz eingelegt ist. Man hat beobachtet, dass sogar diese Mikrosomen sich halbiren.

Weil nun beim Auftreten der Richtungskörper ganz ähnliche Spindelfiguren mit Kernplatte auftraten, so lag natürlich der Gedanke sehr nahe, dass es sich hier um eben solche indirekte Zelltheilung oder wenigstens indirekte Kerntheilung handelte. Viele Forscher nahmen denn auch an, dass das „Richtungskörperchen" ein durch Theilung des Keimbläschens entstandener, aus dem Ei ausgestossener Kern sei. Dass wir es hier aber nicht nur mit einer Kernteilung, sondern mit einer wirklichen Zelltheilung zu thun haben, das zeigen besonders die schönen Untersuchungen von TRINCHESE an Amphorina coerulea [163]. Das Keimbläschen ist hier umgeben von hellgrünem Protoplasma, während das Plasma des übrigen Eies braunroth ist. Das Keimbläschen steigt mit seinem Plasmahof an die Oberfläche und verwandelt sich in eine Spindel. Das ausgestossene „Richtungskörperchen" zeigt vollkommen die Bestandtheile einer Zelle, einen Kern mit einem hellgrünen Zellkörper. Zweimal geschieht die Abschnürung von solchen Zellen, ehe der Eikern reif ist sich mit dem Spermakern zu conjugiren. Sehr bemerkenswerth ist, dass jedes der „Richtungskörperchen" sich gleich nach seiner Abschnürung von der Eizelle durch reguläre indirekte Kerntheilung in zwei theilt, so dass wir am Ei von Amphorina endlich 4 Richtungskörperchen sehen. Es ist dies gewiss ein Beweis für die Zellnatur derselben.

Sehr genau wurden neuerdings die Reifungserscheinungen am Ei von Ascaris megalocephala von ANT. SCHNEIDER [146] und besonders durch E. v. BENEDEN [23] studirt. Derselbe wies nach, dass sich durch Metamorphose des Keimbläschens zwei Kernschleifen von je vier Mikrosomen bilden. Jedes dieser Mikrosomen wird nun halbirt, so dass wir zweimal zwei Schleifen bekommen. Zwei derselben werden als erstes Richtungskörperchen aus dem Ei eliminirt, während die beiden übrigen denselben Prozess nochmals durchmachen, um ein zweites Richtungskörperchen zu bilden. Der jetzt gebliebene Rest des Keimbläschens ist der „Pronucleus femelle", der sich mit den 2 Schleifen des Spermakerns conjugirt. Eine gewisse Abweichung ist hier nach v. BENEDEN allerdings von der gewöhnlichen indirekten Kerntheilung vorhanden, indem die Theilung nicht wie gewöhnlich senkrecht zur Axe der Spindel, sondern parallel derselben auftritt. Trotzdem können wir diesen Vorgang wohl als indirekte Kerntheilung auffassen, zumal wir erst abwarten müssen, ob neue Untersuchungen diese Abweichungen bestätigen werden. Von ANT. SCHNEIDER existiren jetzt schon gegentheilige Behauptungen*).

*) Dasselbe sagt NUSSBAUM (Ueber die Theilbarkeit der lebendigen Materie I.

Wir sehen also, dass bei den meisten Thieren das umgewandelte Keimbläschen zweimal halbirt wird und dass der Rest zum Eikern wird, dass aber in keinem Augenblick der Entwicklung der Kern aus dem Ei verschwindet.

Wenn wir uns nun im Thierreich umsehen, wo Richtungskörperchen bekannt sind, so finden wir dieselben sehr verbreitet. Bei Coelenteraten, Echinodermen, den meisten untersuchten Würmern, Mollusken, wo sie ja zuerst aufgefunden wurden, Tunicaten und Säugethieren sind sie bis jetzt constatirt. Bei den grossen, dotterreichen Eiern der Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische sind sie nicht sicher gefunden; die meisten Beobachter berichten uns, dass das Keimbläschen bei ihnen schwindet. Auf diese Eier werde ich später, am Schluss der Arbeit, noch zurückkommen. Wie aber sind die Reifungserscheinungen bei dem grossen Typus der Arthropoden? Bei Peripatus, wenn wir dies Thier überhaupt zu den Arthropoden rechnen wollen, sind durch Kennel [88] und Sedgwick [149] Richtungskörper bekannt. Ausserdem aber nur noch bei vier niedrig stehenden Crustaceen, die kleine dotterarme Eier haben. So fand Grobben bei Moina [68] am animalen Pol des Eies, dessen Kern im Centrum lag, einen dunkel gefärbten Körper, den er als Richtungskörperchen deutet. Derselbe tritt nicht aus dem Ei heraus, über seine Entstehung konnte er nicht ins Klare kommen. Ebenso fand derselbe Verfasser bei Cetochilus septentrionalis [69] zwei Richtungskörper, von denen sich einer vor und einer nach dem Auftreten der Dotterhaut bildet, sodass nur der zweite innerhalb der Eihaut bleibt und nachher in die Furchungshöhle gelangt. Ferner glaubt Hock [80] bei Entomostraken ein Richtungskörperchen gefunden zu haben, doch sind seine Beobachtungen noch nicht vollkommen genügend. Endlich hat neuerdings Weismann [173] uns die Mittheilung gemacht, dass er bei Polyphemus ebenfalls unter der Dotterhaut unzweifelhafte Richtungskörperchen gefunden hat *).

Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26). Es soll nach ihm die Richtungsspindel bei Ascaris megalocephala nur gebogen sein, wodurch das veränderte Bild entsteht. Im Uebrigen herrscht auch hier reguläre indirekte Kerntheilung.

*) Zu bemerken ist hier noch, dass Leydig in seiner Naturgeschichte der Daphniden [101] bei der Zusammenziehung der Eier von Daphnia longispina „einige blasse Kügelchen an dem einen Pol ausserhalb der Eischale" auftreten sah, „ganz vom Charakter jener unter dem Namen Richtungsbläschen beschriebenen Gebilde". Es ist aber wol sehr zweifelhaft, wie auch Grobben bemerkt, dass Leydig hier Richtungskörperchen vor sich gehabt hat.

Nahezu alle übrigen Beobachter stimmen darin überein, dass weder im reifen Eierstocksei noch in dem abgelegten Ei ein Keimbläschen oder ein Eikern vorhanden sei *). Auch nicht eine einzige Beobachtung ist mir sonst bekannt, wonach im Arthropodenei der Kern nicht schwinden sollte.

Die älteren Beobachter, wie KÖLLIKER [90], RATHKE [131], ZADDACH [183], HUXLEY [84], LEUCKART [97] fanden im gelegten Ei der von ihnen untersuchten Insekten kein Keimbläschen; ebensowenig CLAPARÈDE [47] am Spinnenei. Während aber die vorhin genannten Forscher die Keimhautzellen des in Entwickelung begriffenen Eies für Neubildungen hielten, glaubte CLAPARÈDE doch, dass dieselben vom Keimbläschen abstammten. Er sagt: „Je n'oserai cependant l'affirmer, sachant combien il est facile qu'une vesicule délicate se soustraie aux regards au sein d'une émulsion.“.... „Peut être descendent elles (les cellules du blastoderme) d'un nucleus primitif unique ou même de la vesicule germinative par division spontanée.“ Bei den Dipteren fand WEISMANN [169] in der Regel kein Keimbläschen. Nur „in 2 Fällen fand sich mitten im Dotter ein grosses, kugliges Bläschen von 0,088^{mm} Durchmesser, welches von deutlicher Membran umgeben war.“ Ob es sich hier aber um ein wirkliches Keimbläschen handelte ist sehr zweifelhaft; WEISMANN selbst legt ihnen auch keine grosse Bedeutung bei und hält die Kerne des „Keimhautbläschens“ für Neubildungen, nicht für Abkömmlinge des Keimbläschens, eine Ansicht, die er später bald wieder aufgegeben hat. WEISMANN's Beobachtungen wurden noch von einigen Forschern wie KUPFFER [94] und O. v. GRIMM [67] bei Chironomus bestätigt, ferner von GANIN [61] bei Formica und Bombyx, von MELNIKOW [110] bei Donacia und von KOWALEWSKY bei Apis. BALBIANI [14] lässt freilich bei oviparen Aphiden die Blastodermkerne entstehen, während das Keimbläschen „plus ou moins altérée dans sa forme, mais néanmoins parfaitement reconnaissable encore au centre de l'oeuf“ vorhanden sei, doch ist er im Allgemeinen der Ansicht, dass die Blastodermkerne Abkömmlinge des Keimbläschens seien.

Einige Jahre nach WEISMANN's grosser Arbeit erschienen die embryologischen Studien an Insekten von METSCHNIKOFF [113].

*) Ausgenommen sind die weiter unten zu erwähnenden viviparen Cecidomyialarven und die viviparen Aphiden, vielleicht auch die kleinen Eier der Gallwespen.

Bei einigen der untersuchten Thiere konnte er das Keimbläschen im reifen Ei nicht auffinden; so bei Corixa. „Vom Keimbläschen ist an den abgelegten Eiern von Corixa, wie ich kaum zu bemerken brauche, absolut nichts zu finden.“ Bei Aspidiotus nerii schimmert es noch an 0,2 mm grossen Eiern durch. Auch in späteren Stadien, wo es eine periphere Lage hat, konnte er es noch beobachten: „Es erschien zu dieser Zeit von den Seiten etwas gedrückt, so dass es nicht mehr eine runde, sondern ovale Form zeigte.“ Er bildet es dort sogar an der Peripherie etwas eingedrückt ab, ganz ähnlich wie ich es bei so vielen Insekten gefunden habe. Das Keimhautblastem hüllt das Keimbläschen ein. In einem Wulst des Blastems, der an der Stelle des Keimbläschens lag, konnte letzteres nicht mehr wahrgenommen werden. Erst nach dem Schwinden des Wulstes kamen die Blastemkerne zum Vorschein. — Bei den viviparen Aphiden verliert das Keimbläschen seinen Nucleolus und gelangt an die Peripherie. Später, nachdem der Dotter aufgetreten ist, theilt es sich in 2 Kerne, niemals wurde ein Ei ohne irgend einen Kern beobachtet. Ganz ebenso theilt sich bei den viviparen Cecidomyialarven das Keimbläschen direkt in die beiden ersten Furchungskerne. Metschnikoff hält auf Grund dieser Untersuchungen die ersten Keimzellen für keine Neubildungen, besonders da bei einigen (Cecidomyia und Aphiden) der direkte Uebergang bewiesen ist. Auch die Analogie mit den übrigen Thieren spräche für den Uebergang der Keimbläschen in die Furchungskerne.

Die Persistenz eines Kerns im Ei der viviparen Aphiden wurde später noch von vielen Forschern bestätigt, so von Brandt [37], Brass [41], Witlaczil [180. 181] und Will [177], so dass man wohl sicher annehmen kann, dass hier das Keimbläschen, resp. der Eikern, niemals schwindet.

Ganin [61] fand bei allen von ihm untersuchten Ichneumoniden, dass das Keimbläschen auf einer sehr frühen Stufe, meistens schon vor dem Ausschlüpfen des Imago, verschwunden ist. Bei Platygaster, einer Ichneumonide mit sehr kleinen Eiern, fand er, dass die Grundsubstanz des Keimbläschens sich in eine feine molekulare Masse verwandelt, die sich im centralen Theil des reifen Eies vorfindet. Später ist ein grosser Kern im Centrum, den Ganin aber für eine Neubildung hält. Bei Teleas schwindet das Keimbläschen ebenfalls, an seiner Stelle ist eine Wolke im Centrum des Eies. Es scheint also doch in diesen kleinen, dotterarmen Eiern der Eikern erhalten zu bleiben, das Keimbläschen schwindet zwar, aber anstatt

dessen findet sich ein wolkenartiges Gebilde im Ei vor, das ich für einen amoeboid zerflossenen Eikern halten möchte.

Ganz ähnliches berichtet auch WEISMANN [171] über den Eikern des Gallwespeneies. Er war allerdings nicht im Stande, die genaue Metamorphose des Keimbläschens zu verfolgen, konnte aber im ziemlich reifen Ovarialei ein deutliches Keimbläschen constatiren, während im frisch gelegten Ei der Eikern sich wolkenartig amoeboid durch das ganze Ei zog und sich bald in die beiden ersten Embryonalkerne theilte.

Bei allen grossen, dotterreichen Arthropodeneiern konnte im reifen Ovarialei und im abgelegten Ei weder ein Kern noch Keimbläschen gefunden werden. Es würde viel zu weit führen, alle die Beispiele aufzuzählen, in denen ein Mangel des Eikerns constatirt wurde. Ausserdem kann man eigentlich hier nur auf die Arbeiten etwas geben, die vermittelst der Schnittmethoden angefertigt sind, denn bei der vollkommenen Undurchsichtigkeit der dotterreichen Eier genügt eine äussere Betrachtung natürlich nicht.

PAUL MAYER [107] fasst in seiner Arbeit über Ontogenie und Phylogenie der Insekten seine Ansicht über den Zusammenhang des Keimbläschens mit den Blastemkernen in folgenden Worten zusammen: „So können wir ohne Weiteres bei den normalen Dipteren und mit einem Analogieschluss auch bei allen Insekten, deren Eier eine grosse Menge Dotter enthalten, voraussetzen, dass das Keimbläschen vor der Bildung des Blastoderms schwindet und seine Elemente dann zur Bildung der einzelnen Kerne verwendet werden, in der Art, dass hier die sonst langsam verlaufenden wiederholten Theilungen des Keimbläschens auf einmal erfolgen. Eine solche Zusammenziehung der ersten Stufen in der Entwickelung harmonirt auch vortrefflich mit der überhaupt so enorm und abnorm gekürzten Ontogenese der Insekten."

Die späteren Untersuchungen GRABER's [64], BROBRETZKY's [34], TICHOMIROFF's [159. 160], BLOCHMANN's [33] und anderer haben es dann höchst wahrscheinlich gemacht, dass auch bei den dotterreichen Eiern die Furchungskerne durch Theilung des Eikerns entstehen. Sie fanden nämlich im Innern des Eies 2 resp. 4 Kerne, der ursprüngliche Furchungskern ist noch nicht bei dieser Art von Eiern gesehen worden. — Bei Musca konnte ich ein Gebilde finden, das ich für den Furchungskern halten muss, so dass also auch bei den dotterreichen Arthropodeneiern die Abstammung der Blastodermkerne von einem einzigen Furchungskern so gut wie sicher gestellt ist.

Vor dem Auftreten der ersten Kerne ist aber im Ei das Keimbläschen verschwunden, wie alle Beobachter angeben. Ueber die Art und Weise des Schwindens geben uns Ayres [3] und Will [179] nähere Angaben. Nach beiden Forschern soll das Keimbläschen des Eies, wenn letzteres ungefähr seine halbe Grösse erreicht hat, aus dem Centrum an die Oberfläche rücken. Dort verliert es, wie Ayres bei Oecanthus sah, seine Membran und seine ganze Kernsubstanz wird nun eine „finely granular homogenous cloud", welche sich über den Dotter ausbreitet und sich so dem Blick entzieht. Nach Will, der Nepa untersuchte, sieht man an der Stelle des Keimbläschens, welches seine Membran verloren hat, „den hellen Inhalt des Keimbläschens in Gestalt rundlicher Tröpfchen heraustreten, welche sich in dem Eiplasma einlagern und demselben in der Nähe des Keimbläschens oft ein netzartiges Aussehen verleihen." Will ist geneigt, dies Austreten mit der Dotterbildung in Zusammenhang zu bringen, besonders auch auf Untersuchungen an Käfern, Orthopteren und Fröschen gestützt. Wie weit dies berechtigt ist, müssen spätere Untersuchungen zeigen, mir selbst ist es sehr zweifelhaft geworden, wie denn ja auch die Entstehung von Follikelzellen und Nährzellen aus dem Eikern nach Korschelt's [93], Wielowiesky's [175] und meinen eigenen Untersuchungen sich als sehr zweifelhaft herausgestellt hat.

Zu erwähnen habe ich noch die Mittheilung Blochmann's [33], der kleine Kerne aus dem Keimbläschen von Camponotus und Vespa entstehen lässt, über deren Schicksal er sich nicht klar ist. Wie ich aber zeigen werde, handelt es sich hier nicht um wirkliche Kerne, sondern um Dotterkerne, welche am Keimbläschen gebildet werden.

Auf ähnliche Vorgänge werden vielleicht (?) die Beobachtungen von Balbiani [13] an den Eiern von Geophilus zurückgeführt werden müssen.

Sonst ist mir aus der Literatur kein Beispiel bekannt, das auf den Austritt von irgend welchen Körpern aus dem Keimbläschen und Ei der Arthropoden hindeutete. Alle Beobachter (cf. Will [177], Brass [41 J]), haben sich vergebens bemüht, Richtungskörperchen oder etwas ähnliches hier zu constatiren, alle aber sind sich einig, dass das Keimbläschen an die Oberfläche steigt und dort Veränderungen durchmacht.

Man sieht also, dass es nicht uninteressant ist, das Keimbläschen der Arthropoden von seinem ersten Auftreten bis zu seinem

Verschwinden, sowie das Erscheinen des ersten Furchungskernes in den Eiern dieser Thiere einmal genau zu verfolgen. Ich ging an die Beantwortung dieser Frage um so lieber, als mich die ganze Bedeutung der Reifungserscheinungen des Eies lebhaft interessirte und ich durch diese Untersuchung hoffte, vielleicht einen kleinen Theil zur Lösung dieser allgemeinen Frage beizutragen.

Es ist mir nun gelungen, an einer Reihe von Insekteneiern sicher einen Austritt von grossen Ballen aus dem Keimbläschen zu constatiren, die sich nachher im Eiplasma auflösen. Später verschwindet das Keimbläschen vor unseren Blicken, bis wir endlich am oberen Eipol den Furchungskern wiederfinden.

Untersuchungsmethoden.

Wenn es möglich war, wurden die Objecte zuerst frisch in $^3/_4$ % Kochsalzlösung untersucht und auch im frischen Zustand die Einwirkung von Reagentien verfolgt, besonders zum Hervortretenlassen des Kerngerüstes. Schwache Essigsäure und Methylgrünessigsäure fanden hierbei Verwendung.

Bei den meisten Thieren, so fast bei allen Insekten ergab mir diese Untersuchung sehr wenig. Man kann eben nur die ganz jungen Eier untersuchen, da in den älteren zu viel Dotter abgeschieden ist. Hier giebt allein die Schnittmethode uns die gewünschten Aufschlüsse, nur durch sie kann man in die feinen histologischen Details eindringen. A. SCHNEIDER [145 pg. 291] meint allerdings, dass man alles am frischen Präparat sehen könnte und dass das Schneiden völlig unnöthig wäre. Es liessen sich alle Verhältnisse an der lebenden Eiröhre beobachten. Diese Meinung können wir jedoch nicht theilen.

Es ist selbstverständlich, dass die Resultate niemals durch continuirliche Beobachtung gewonnen werden konnten, denn einmal aus dem Mutterkörper herausgenommen, leben die Eier entweder gar nicht mehr oder doch nur eine äusserst beschränkte Zeit lang. Alle Resultate wurden also durch Schlüsse aus einzelnen Bildern erhalten, ein Bild musste immer auf das andere zurückgeführt werden, was für die Beurtheilung der Ergebnisse von Wichtigkeit sein dürfte.

Was nun die Behandlung der Eier und Ovarien anbelangt, so traten mir hier ziemlich viele Schwierigkeiten entgegen; die jungen Eier liessen sich leicht schneiden aber die älteren, dotterreichen, mit mehr oder weniger dickem Chorion versehenen, schrumpften stark

und liessen sich schlecht durchtränken und schneiden. Bei allen Methoden stand mir mein Freund Herr Dr. J. van Rees mit Rath und That bei, wofür ich ihm meinen besten Dank nochmals ausspreche.

Die Fixirung mit heissen Flüssigkeiten, wie Wasser, 33% Alkohol, Sublimatlösung etc. ergab keine so guten Resultate, als man erwarten sollte. Der Dotter ward durch die Hitze etwas verändert, so dass er zu einer oft knochenharten Masse sich zusammenballte und sich nicht schneiden liess. Ich bin nach allen Versuchen immer wieder zu einer kalt concentrirten Sublimatlösung zurückgekommen. Die Länge der Sublimateinwirkung muss man herausprobiren, 5—10 Minuten genügten völlig zur Fixirung. Die Eier wurden dann ausgewaschen, so dass alles Sublimat aus ihnen entfernt wurde, was sich noch beschleunigen lässt, wenn man dem Auswaschwasser einige Tropfen Jodtinctur hinzusetzt, bis letztere sich nicht mehr entfärbt. Die so fixirten Ovarien konnten nun sofort ohne Schaden in 70% Alkohol nach einiger Zeit in 95% und endlich in absoluten Alkohol übertragen werden, in dem sie einige Tage verweilten. Wo es die Grösse der Eier irgend nur zuliess, habe ich die mit einem Chorion versehenen nach dieser Vorbehandlung mit einer äusserst feinen Präparirnadel angestochen, jedoch so, dass der obere Pol stets verschont blieb. Es erleichtert dies bedeutend das gute Eindringen der Flüssigkeiten. Von den schon abgelegten Eiern der Fliegen kann man leicht, wie dies Weismann [169] angiebt, sogar beim frischen Ei das Chorion abpräpariren. — Die Ovarien wurden nun auf mehrere Stunden in Chloroform gebracht (letzteres gab mir bessere Resultate als Benzin, Terpentin oder Toluol) und von dort aus in geschmolzenes Paraffin, in welchem ich sie je nach der Grösse 1—3 Tage liess. Durch einen Thermoregulator lässt sich das Paraffin in einem Oelbad leicht wochenlang auf der constanten Temperatur von ca. 55° C. erhalten. — Um das Paraffin nach dem Erkalten möglichst blasenfrei zu erhalten, muss man es so schnell als möglich in kaltem Wasser abkühlen.

Die Schnitte wurden mit einem Jung'schen Mikrotom in der Stärke von $\frac{1}{150} - \frac{1}{67}$ mm angefertigt (immer, wenn irgend möglich, vollständige Serien) und nach der Paul Mayer'schen Methode [108] mit Eiweissglycerin aufgeklebt. Letzteres muss man möglichst dünn auftragen, damit die Eiweissschicht sich nicht mitfärbt. Wenn die Eiweissmasse zu alt wird, so färbt sie sich leichter als in frischem Zustande.

An Färbemitteln ward fast alles Bekannte versucht, um, besonders in einigen Stadien, den Eikern sichtbar zu machen, doch ohne Erfolg. Er färbt sich eben nicht mit den gewöhnlichen Reagentien und ist deshalb, wenn er ganz amoeboid zerflossen ist, nicht nachzuweisen. Leider hat BLOCHMANN [33] seine „combinirte Färbungsmethode", mit der ihm dies gelungen ist, noch nicht publicirt. Von den einfachen Farbstoffen gaben mir das GRENACHER'sche Boraxcarmin WEIGERT's und RANVIER's*) Pikrocarmin sowie die FLEMMING'sche Haematoxylinlösung (Heidelberger Recept)**) die besten Resultate.

Gradezu frappant wirkt oft eine Combination von Pikrocarmin und Haematoxylin. Man färbt schwach mit Pikrocarmin, wässert aus und behandelt nun die Schnitte mit Haematoxylin. Um den Farbstoff stärker hervortreten zu lassen, wird mit angesäuertem Alkohol ausgezogen bis die Präparate roth waren und dieselben darauf, bis die blaue Farbe wieder hervortrat, in ammoniakalischen Alkohol gebracht. Durch Entwässern in absolutem Alkohol und Ueberführen in Bergamottöl und Canadabalsam (in Xylol gelöst) wurden die Präparate fertiggestellt. Die Haematoxylinfärbung ist bei dieser Behandlung an meinen Präparaten bis jetzt gut erhalten geblieben. — Die schönsten Resultate erhält man, wenn man ca. $^3/_4$ der Schnitte mit Pikrocarmin färbt, aber im Laufe der Färbung den Objectträger immer weiter aus der Farbe herauszieht, so dass man alle Abstufungen vom ungefärbten Schnitt bis zum ganz rothen bekommt. Mit dem Haematoxylin macht man es dann auf der anderen Seite des Objectträgers eben so. Man erhält so alle Nüancen zwischen roth und blau (v. REES). Ueber die specielle Wirkung dieser Färbung siehe an den betreffenden Stellen; hier sei nur kurz erwähnt, dass sich das Keimbläschen in der Regel roth, das Plasma und die Follikelzellen blau färben. Die Dotterkörner sind bisweilen noch etwas von der Pikrinsäure des Pikrincarmins gefärbt, so dass man sehr schöne differenzirte Bilder erhält (cf. Tafel X).

Von andern Conservirungsmethoden ergab die FLEMMING'sche Chrom-essig-osmiumsäure mit nachfolgender Saffraninfärbung gute Resultate.

Die Fixirung durch 3 %ige Salpetersäure, welche v. BENEDEN [23] empfiehlt, verändert hier den Dotter sehr; es treten grosse Vacuolen in ihm auf, so dass sie meistens nicht gut zu verwenden

*) Zu beziehen von Apotheker JEHL in Strassburg.

**) cf. Zeitschr. für wiss. Mikroskopie Bd. I.

ist. Die Substanz des Keimbläschens wird etwas grobkörniger bei dieser Behandlung, als bei Conservirung mit Sublimat.

Ich werde bei der folgenden Beschreibung der Reifung und Bildung der Eier in systematischer Reihenfolge vorgehen und mit den Insekten beginnen. Die Beobachtungen über Spinnen, Myriapoden und Peripatus sind etwas fragmentarisch, sie wurden mehr zum Vergleich herangezogen. Im folgenden Theil werde ich dann die Resultate zusammenfassen und Schlüsse aus ihnen ziehen.

II. Beobachtungen.

A. Insekten.

Die weiblichen Geschlechtsorgane und besonders die Ovarien der Insekten sind schon so häufig beschrieben, dass es für unsere Zwecke unnöthig erscheint, nochmals eine Schilderung derselben zu entwerfen. Genaue Angaben findet man in den Arbeiten von Joh. Müller [117], F. Stein [155], Franz Leydig [102], Al. Brandt [35. 36. 38], Ludwig [106], Waldeyer [167] und vielen anderen Forschern. Zur Orientirung sei hier nur daran erinnert, dass das Ovarium jederseits aus mehreren Eiröhren besteht, von welchen jede mit dem Endfach (Keimfach) beginnend, successive immer weiter ausgebildete Eier enthält. Die Eier sind stets von Follikelepithel umgeben und reihen sich entweder direkt aneinander (Orthopteren [Rhynchoten]) oder sind durch eine mehr oder weniger grosse Anzahl von Nährzellen von einander getrennt (Coleopteren, Lepidopteren, Neuropteren), welche allmählich zum Aufbau der Eier resorbirt werden. Die eigentlichen Eiröhren münden jeweils mit dem „Eierkelch“ in den „Eiergang“, welcher sich mit dem der anderen Seite zu dem „Eileiter“ (Oviduct) vereinigt (Stein). In diesen münden gewöhnlich ein oder mehrere Receptacula seminis, häufig auch noch einige Kittdrüsen (Glandulae sebaceae) zur Befestigung der Eier.

Carabus nemoralis und auratus.

Tafel V, Fig. 1—25. — Tafel X, Fig. 234—236.

Ich beginne mit der Schilderung der Eier in der unteren Hälfte des Endfaches, wo sie sich aus den Keimzellen oder Ooblasten [Will] differenzirt haben. Während man im oberen Theil des Endfaches nur gleichartige Kerne in eine gemeinsame Protoplasmamasse eingelagert findet, haben sich hier einige von diesen Kernen mit einem

besonderen Plasmahof umgeben. Sie haben gewissermassen als Attractionscentra gewirkt und das Plasma um sich bedeutend verdichtet; dies färbt sich durch Carmin und Haematoxylin bedeutend dunkler als das allgemeine Plasma des Syncitiums. Schon hieran lassen sich die zukünftigen Eier erkennen; aber auch ihr Kern hat Veränderungen erfahren. Bei den Keimzellen, oder besser Keimkernen färbt sich die Kerngrundsubstanz (PFITZNER [127]) oder der Kernsaft bedeutend dunkler als das umgebende Plasma, die chromatische Substanz ist in ganz charakteristischer Weise in ihnen vertheilt: an der Peripherie liegt ein ganzer Kranz von grossen Brocken und einer, der sich gewöhnlich etwas durch seine Grösse auszeichnet, befindet sich im Centrum.

Genau dieselbe Anordnung lässt sich nun auch in den jüngsten Eizellen constatiren [cf. Fig. 1, a], die Kerngrundsubstanz derselben aber ist bedeutend heller gefärbt als die der Keimkerne, sie ist sogar gewöhnlich ganz farblos. Bei Doppelfärbung nimmt sie stets den rothen Farbstoff an, wodurch schon die jüngsten Eikerne zu erkennen sind*). Auch noch durch seine Grösse zeichnet sich der Eikern aus. Es macht beinahe den Eindruck, als sei er gewachsen und habe so seinen Inhalt verdünnt, was natürlich in Wirklichkeit nicht der Fall ist.

Während die Keimkerne 4 μ. gross sind, hat der jüngste beobachtete Eikern eine Grösse von 6 μ.

Der Eikern wächst nun offenbar sehr rasch, man findet zuerst immer noch den centralen und die peripheren Chromatinkörper, aber Letztere scheinen gar nicht mit zuzunehmen, relativ wenigstens nehmen dieselben ganz bedeutend ab. Die Grundsubstanz des Eikernes bleibt bis zum Verschwinden desselben immer hyalin, höchstens zeigt sie eine feine Körnung wie geronnenes Eiweiss, was besonders bei Salpetersäureconservirung hervortritt.

Die peripheren Chromatinkörper scheinen immer mehr abzunehmen oder sie ballen sich zusammen und rücken ins Centrum des Kernes, wenigstens findet man an grösseren Eiern, deren Kern 24 μ gross ist, gar keine färbbaren Partikel mehr an der Peripherie, während im Innern, gewöhnlich excentrisch, sich ein Haufen derselben befindet. Wenn das Ei sich soweit entwickelt hat, kann man eigentlich erst von Keimbläschen reden, hier erst hat der Kern eine deutliche Bläschenform angenommen. Eine doppelt contourirte Membran

*) Dies Verhalten wurde auch von KORSCHELT gefunden.

lässt sich aber nie constatiren, das Eiplasma ist höchstens an der Peripherie des Keimbläschens etwas dichter.

Auf Tafel V, Fig. 1—5 sind diese Verhältnisse sichtbar. Die Praeparate sind mit Sublimat conservirt und zeigen einen vorzüglichen Erhaltungszustand des Gewebes, so dass es sich hier nicht um Kunstproducte handeln kann.

Ein Kerngerüst ist bei dieser Behandlung nicht zu sehen, doch zweifele ich nicht, dass ein sehr feines Gerüst vorhanden ist, wie ich es weiter unten bei den Eiern von Periplaneta beschreiben werde. Im lebenden Zustand ist jedenfalls nichts davon zu sehen.

Zu gleicher Zeit mit den Eizellen differenziren sich die Epithelzellen und Nährzellen aus den Keimkernen heraus, auf welchen Vorgang ich nicht näher eingehen will. Ich möchte nur noch bemerken, dass die Nährzellen überall dort, wo sie auftreten, sich durch ihren Reichthum an Chromatin auszeichnen, das in unzähligen kleineren, durch schöne Gerüstfäden verbundenen Brocken auftritt. Die Kerne des Follikelepithels haben noch bei grossen Eiern sehr viel Aehnlichkeit mit den Keimkernen. Niemals habe ich, wie Will das bei Notonecta und Nepa [178, 179], Balbiani [13] bei Myriapoden und Fol [59, 60] bei Ascidien beobachtet haben wollen, den Austritt von chromatischen Körnern aus Keimkernen oder Keimbläschen gesehen, ebenso wenig wie Korschelt [93] dies bei vielen Insekten nachweisen konnte.

In der weiteren Entwickelung bildet sich nun ein Keimfleck heraus. Es ist sehr schwer zu entscheiden, ob der Haufe von chromatischen Körnern zu einem grossen Ballen zusammenschmilzt, oder ob sich eines, wohl das ursprünglich central gelegene, zum Nucleolus ausbildet oder endlich ob letzterer eine ganz neue Bildung ist. Die zweite Möglichkeit scheint mir die wahrscheinlichere, für sie spricht auch das Verhältniss, wie wir es in dem in Fig. 6 abgebildeten Keimbläschen sehen. Doch kann man durch Deutung einzelner Bilder hier wohl keine sicheren Aufschlüsse erlangen, dazu wäre continuirliche Beobachtung erforderlich. Die meisten Brocken verschwinden eben, bis nur ein grosser, der Keimfleck übrig bleibt. Diesen Vorgang sehen wir in Fig. 6—9 dargestellt. (In Fig. 8—10 ist der Vereinfachung halber das Follikelepithel fortgelassen.)

Die Bildung der Eizelle bei Carabus auratus weicht von dem eben geschilderten Verhalten nur sehr wenig ab. Die Keimkerne sind denen von C. nemoralis ganz gleich gebildet, höchstens um ein klein wenig kleiner. Auf Tafel V, Fig. 18 sind einige der

jüngsten Eizellen abgebildet. Bei *a* haben wir noch periphere und centrale Chromatinkörner im Kern, bei *b* sind erstere verschwunden, während sich im Centrum eine ganze Anzahl von Körnern findet. In dem Eikern *c* endlich ist schon der Nucleolus fast völlig gebildet und die kleineren chromatischen Körper verschwunden. Das in Figur 19 abgebildete Ei zeigt uns das normale Keimbläschen mit einem grossen Kernkörperchen.

Wir sehen also hieraus, dass bei C. auratus die Umwandlung des Keimkerns zum Keimbläschen bedeutend früher als bei C. nemoralis vor sich geht. Während bei diesem der fertige Nucleolus erst gebildet ist, wenn das Ei ca. 0,3 mm lang ist (die Grösse schwankt etwas), hat derselbe bei jenem schon in Eiern von 0,055 mm Grösse seine definitive Form erreicht.

Ich kehre wieder zu C. nemoralis zurück. Solange im Ei noch kein Dotter ausgeschieden ist, hat der Nucleolus seine runde Form beibehalten, oft gehen von ihm feine Fäden aus. In einem Falle (Fig. 9) hatte der Nucleolus durch diese Fäden eine sonnenförmige Gestalt angenommen. Ob diese Fäden Rudimente eines Kernnetzes oder Kunstproducte sind, lässt sich schwer entscheiden.

Wenn aber schon Dotter ausgeschieden ist, hat der Nucleolus fast stets eine Form, die auf das Täuschendste einer Eichel gleicht. So findet man ihn sowol in Keimbläschen, welche noch im Eicentrum liegen, als auch in solchen, welche in der Wanderung nach der Peripherie begriffen sind (Fig. 11. 12).

Wir sehen an dem Nucleolus einen helleren, völlig homogenen Theil und einen dunkler gefärbten, welcher fein granulirt ist und wie mit einer Menge von winzigen Vacuolen durchsetzt erscheint. Dieser dunklere Theil umgreift wie die Cupula einer Eichel den helleren Theil. Um die Formähnlichkeit ganz zu vollenden, sitzen häufig auf der Kuppe der homogenen Hälfte noch einige dunkle Körnchen, gewissermassen die scharfe Spitze der Eichelfrucht (Fig. 12). Auf einem Aequatorialschnitt (Fig. 10) sieht man nun, dass der dunklere Theil eine Zone um den helleren Theil bildet. Das Ganze macht den Eindruck, als sei ursprünglich ein hellerer Kern von einem dunkleren Mantel umgeben, letzterer an einer Stelle geplatzt, dann zurückgeschnellt und habe so an der Stelle, wo er zuerst aufgerissen, noch einige Theile zurückgelassen. Aus Querschnitten habe ich mir nun auch den Längsschnitt durch einen solchen Nucleolus construirt (Fig. 13). — Das Keimbläschen zeichnet sich hier durch seine enorme Grösse aus, es ist mit blossem Auge ganz gut als

heller Punkt im Schnitt zu erkennen (Keimbläschen ca. 195 μ, Keimfleck 67,5 μ). Ganz ähnliche Nucleoli beschreibt Flemming *) von Lamellibranchiateneiern; bei Kaninchen soll er bisweilen ähnlich sein, ebenso hat O. Hertwig [77] dasselbe bei Helix, Tellina, Ascidia intestinalis, Sphaerechinus brevispinus und Astracanthion beobachtet. Eine solche Form des Keimfleckes scheint also im Thierreich ziemlich weit verbreitet zu sein.

Der Dotter beginnt jetzt mächtig im Ei sich auszuscheiden, zuerst in kleineren Kugeln, die nachher zu grösseren zusammenfliessen. Das ganze Ei nimmt sehr an Grösse zu. Das Keimbläschen rückt nun allmählig gegen die Peripherie. Man findet es in einem 2,1 mm grossen Ei schon ganz nahe derselben (Fig. 12. 14). Es hat noch seine völlig kugelrunde Gestalt beibehalten und liegt einer langen Seite des Eies an, dem obern Pol desselben genähert. Das Ei hat auf diesem Stadium schon eine feine Dotterhaut abgeschieden (Fig. 12. 15. *d h.*). In einem ziemlich viel grösseren Ei (Länge 3½ mm, Fig. 16) finden wir das Keimbläschen relativ noch an derselben Stelle liegen, aber es ist nach der Peripherie des Eies abgeplattet. Grade an der Abplattungsstelle war die Dotterhaut des Eies etwas abgehoben und es fanden sich dort mehrere homogene Kugeln, die allerdings den Dotterballen ziemlich glichen. Wenn man aber in Betracht zieht, was ich weiter unten bei vielen anderen Insekten beschreiben werde, so kann man die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass dieselben aus dem Keimbläschen stammen. Einen Nucleolus konnte ich in diesem Keimbläschen ebenso wenig entdecken wie in dem folgenden. Doch ist es nicht absolut ausgeschlossen, dass hier ein Schnitt ausgefallen ist. In einem noch etwas älteren Ei (Fig. 17) fand ich das Keimbläschen an der der Eiperipherie zugekehrten Seite völlig eingebuchtet und in der Bucht verwaschene, scheinbar in Auflösung begriffene Ballen liegen, die sich von den Dotterkugeln durch ihre ein wenig dunklere Färbung unterschieden. Wie schon erwähnt, war auch hier ein Nucleolus nicht vorhanden. Das Bläschen hatte nach dem Eiinnern zu noch eine ziemlich scharfe Contour, doch war letztere an der Bucht sehr verwischt. Es machte den Eindruck, als wenn feine Plasmakörnchen des Eies im Begriff wären, in das Keimbläschen einzudringen. Man sieht also, dass man es hier nicht mehr mit einem regelrechten Keimbläschen zu thun hat, sondern dass dasselbe schon ziemlich

*) No. 56, pag. 149.

stark verändert ist. In grösseren Eiern war es mir nicht möglich, auch nur eine Spur eines Keimbläschens oder Eikerns aufzufinden. Bei C. auratus war es in einem um ein Geringeres grösseren Ei noch vorhanden.

Das Verschwinden des Keimfleckes lässt sich bei C. auratus besser verfolgen; das Eichelstadium habe ich hier nicht beobachtet. Der Keimfleck erscheint uns stets als eine völlige Kugel, in der höchstens einige kleine Vacuolen zu sehen sind. Beim Heranwachsen des Eies wächst auch das Keimbläschen und der Nucleolus bedeutend, wie aus den Figuren ersichtlich ist. Der Nucleolus legt sich an die Peripherie des Keimbläschens, und in seiner Nähe treten mehr oder weniger kleine Chromatinkugeln auf, während der Nucleolus selbst kleiner zu werden scheint. In Fig. 20—22 habe ich 3 Keimbläschen abgebildet, aus denen dies Verhalten hervorgeht.

Während in Fig. 20 und 21 noch der Nucleolus durch seine Grösse kenntlich ist, ist er in dem Fig. 22 abgebildeten Keimbläschen gar nicht mehr zu unterscheiden. Was aber aus den kleinen Ballen wird, ist mir nicht klar geworden. Manchmal schien es (Fig. 21), als ob ein Kügelchen aus dem Keimbläschen auswandern wollte; bei genauerer Untersuchung zeigte sich aber stets, dass dasselbe durch das Schneiden von der Stelle gerückt war und ein klein wenig über der Ebene des andern lag. Thatsache ist jedenfalls, dass die kleinen Kugeln erst zu etwas grösseren zusammenfliessen und dass diese endlich aus dem Keimbläschen geschwunden sind. Das deutet jedoch noch immer nicht darauf hin, dass dieselben nun auch herauswandern und dort zu Epithelzellen, Dotterkernen oder dergleichen werden müssen. Sie können sich ebenso gut auflösen oder in ihrer chemischen Zusammensetzung verändern, so dass sie sich nicht mehr färben. — Immer scheint dieser Prozess nicht so früh vor sich zu gehen, denn ich habe ein grösseres Ei und peripherischer Keimbläschenlage beobachtet, in welchem noch ein deutlicher Nucleolus lag, während sonst der Zerfall schon in Eiern von 0,5 mm Länge beginnt. Jedenfalls scheint mir bei beiden Arten von Carabus ein Stadium vorzukommen, wo im Keimbläschen absolut keine färbbare Substanz nachzuweisen ist. Ich werde auf diesen Punkt später noch einmal zurückkommen.

In dem fast völlig ausgebildeten Ei von C. auratus (Fig. 23), das schon im Eiergang liegt und ein fertiges Chorion hat, findet man keine Spur eines Keimbläschens. Ich habe mehrere Eier in sehr sorgfältige Serien zerlegt und nichts auffinden können. Das

ganze Ei ist mit grösseren und kleineren Dotterkugeln von 2—12 μ Grösse angefüllt, von denen die grösseren stark gekörnelt erscheinen. Oft macht es sogar den Eindruck, als ob kleine Vacuolen in ihnen enthalten wären (Taf. X, Fig. 236). Am oberen Pol des Eies findet man an der Peripherie gewöhnlich mehrere Flecke, die sich stark mit Carmin und Haematoxylin färben. Sie haben eine Grösse von 6—25 μ und liegen meistens der Dotterhaut hart an oder doch wenigstens in ihrer Nähe; bald sind sie abgeplattet, bald rund, bald auch ganz amoeboid zerflossen (Tafel X, Fig. 234). Die Dotterkörner selbst färben sich nur ganz schwach violett. Auf den ersten Blick scheint man es hier mit kernartigen Gebilden zu thun zu haben, nähere Betrachtung mit starken Oelimmersionen (Zeiss $^1/_{18}$) lehrt uns, dass dasselbe Anhäufungen von feinen färbbaren Partikeln sind, welche im Allgemeinen zwischen den Dotterballen der peripheren Schicht zerstreut liegen.

In Fig. 235 sehen wir, wie sich an einer Stelle die feinen blauen Körnchen, welche in der Peripherie stark, im Centrum des Eies weniger zahlreich zwischen der Dotterballen vertheilt liegen und welche wol als Eiplasma aufzufassen sind, angesammelt haben. In Fig. 236 hat solch ein Fleck bedeutend an Ausdehnung gewonnen. Es hat den Anschein, als ob die Dotterkugeln in seiner Umgebung aufgelöst und theilweise mit in seine Substanz umgewandelt würden, wenigstens sieht man im Innern und an der Peripherie des Fleckes Vacuolen von der Grösse der Dotterkugeln. Etwas weiter von dem Fleck entfernt, finden sich noch ganz blasse Kugeln; es scheint sich hier um einen Auflösungsprozess zu handeln. Ich glaube, ich gehe nicht fehl, diesen Vorgang als das erste Auftreten des Keimhautblastems (Weismann) zu bezeichnen, wenn ich das auch nicht beweisen kann. Um eine Kernsubstanz handelt es sich auf keinen Fall.

Wenn ich noch einmal kurz die Beobachtungen über Carabus zusammenfasse, so handelt es sich um Folgendes:

Aus den Keimkernen des Endfaches differenziren sich die Keimbläschen heraus, indem die chromatische Substanz bis auf einen Nucleolus, Keimfleck, schwindet.

Das Keimbläschen, das Anfangs central lag, rückt an die Peripherie des Eies, plattet sich dort ab, verliert seinen Nucleolus und scheidet vielleicht Ballen nach der Peripherie des Eies hin aus.

Im reifen Ei ist keine Spur vom Keimbläschen oder Eikern mehr aufzufinden.

Pterostichus elatus.

Von dieser Form habe ich nicht viel Neues zu berichten, da die Vorgänge am Keimbläschen denen bei Carabus sehr ähnlich sind.

Das grosse Keimbläschen junger Eier sieht dem von Carabus ganz gleich; es hat einen grossen Nucleolus, der sich, wie bei C. auratus, schon früh bildet. In dem Ei, das in seinem ganzen Innern schon stark mit Dotter angefüllt ist, finden wir das Keimbläschen zuerst excentrisch, später liegt es dann ganz der Wand des Eies an. Niemals ist auf diesem Stadium eine Spur von einem Nucleolus zu entdecken; in dem ganzen Keimbläschen färbt sich nichts. In völlig reifen Eiern ist von einem Keimbläschen nichts mehr nachzuweisen.

Die ganze Umwandlung des Keimbläschens schliesst sich am meisten an die von Carabus auratus an.

Dytiscus marginalis.

Tafel V, Fig. 24—30.

Bei dieser Form habe ich zwei sich ziemlich stark von einander unterscheidende Keimbläschenmetamorphosen erhalten, von denen eine wohl auf künstliche Einwirkungen der Reagentien zurückzuführen ist. Eine Serie von Schnitten durch Dytiscus-Ovarien stellte mir Herr Dr. Korschelt zur Durchsicht zur Verfügung; bei diesen zeigten sich in allen Eiern die Keimbläschen mit äusserst stark gefärbter chromativer Substanz erfüllt. Bei meinen eigenen Schnitten aber war in den Keimbläschen so gut wie nichts von Chromatin zu entdecken. Wahrscheinlich ist hier dasselbe aufgelöst durch irgendwelche Reagentien, vielleicht hing es aber von der Natur der verschiedenen Individuen ab. Ich werde mich im Allgemeinen den Bildern anschliessen, wie sie Dr. Korschelt's Praeparate mir zeigten.

In jungen Eiern von 0,11 mm Länge ist das Keimbläschen ein 0,04 mm grosses Bläschen, das von einer sehr feinen Plasmamasse angefüllt ist. Im Innern befindet sich ein grosser Ballen chromatischer Substanz, welcher sich ausserordentlich intensiv färbt; derselbe füllt das Keimbläschen bis auf eine Randzone aus (Fig. 24). Der Chromatinballen ist nicht homogen; er besteht aus einer Menge von grösseren oder kleineren Körnern, die, sehr dicht aneinanderliegend, zusammen die Form eines Ballens von unregelmässiger Contour annehmen.

Das nächste Ei zeigt das Keimbläschen noch an derselben Stelle im Centrum liegen, doch hat es eine amoeboide Gestalt angenommen, der Rand zeigt an einigen Stellen stumpfe breite Fortsätze (Fig. 25). Der grosse Chromatinballen hat sich etwas verkleinert, es haben sich mehrere Partikel von demselben abgelöst, welche nun daneben liegen. Dieser Prozess ist noch viel weiter fortgeschritten in dem Ei, das in Fig. 26 abgebildet ist. Das Keimbläschen ist schon in die Länge gestreckt und in der Mitte etwas eingebogen, so dass es bisquitförmig geworden ist; es hat hier schon eine Länge von 0,125 mm. Die Chromatinmasse hat sich in eine grosse Anzahl einzelner, kleiner Brocken aufgelöst, welche das ganze Centrum des Keimbläschens durchsetzen, während die peripherische Schicht desselben von ihnen frei bleibt. — Jetzt fängt das Chromatin an, allmählig zu schwinden und zwar zuerst am oberen Pol.

Figur 27 zeigt das obere Ende eines 0,796 mm langen Eies, welches bei *a* einen grossen Plasmafortsatz zwischen die Nährzellen gestreckt hat. Ganz an diesem Pol, dicht unter dem Fortsatze des Eies liegt nun auch der obere Pol des enorm grossen Keimbläschens (0,29 mm lang). Dasselbe ist ganz in die Länge gezogen, so dass es den Eindruck macht, als ob es activ sich nach dem oberen Eipol ausgedehnt hätte, von wo dem Ei entschieden eine Menge von Nahrung zugeführt wird, oder als ob das Ei, indem es seinen Plasmafortsatz zwischen die Nährzellen sandte, dasselbe comprimirt und so in die Länge gedehnt hätte. Am oberen Pol ist das Keimbläschen ganz scharf contourirt, am unteren dagegen ist es etwas wellig ausgebuchtet. Das Chromatin hat sehr abgenommen; es ist in kleine Brocken zerfallen, die am unteren Pol bedeutend zahlreicher liegen als am oberen. Figur 28 zeigt das Keimbläschen eines noch etwas älteren Eies bei derselben Vergrösserung. Es ist bedeutend gewachsen, das Chromatin hat noch mehr abgenommen, so dass der obere Pol fast vollständig von demselben befreit ist. Das untere Ende des Keimbläschens, das schon im vorigen Stadium etwas unregelmässig begrenzt war, zeigt hier eine Menge von ganz spitzen Fortsätzen. Wenn wir uns den Rand eines solchen Keimbläschens mit stärkerer Vergrösserung betrachten, so zeigt sich, dass die ganze Kernsubstanz feinkörnig erscheint, dass aber die äussersten Spitzen oder Fortsätze völlig hyalin sind (Fig. 29). Es findet also hierwohl das Ausstrecken der amoeboiden Fortsätze geradeso wie bei den wirklichen Amoeben statt, erst wird ein hyaliner Fortsatz ausgestreckt, in welchen dann die Körnchen nachströmen. Die

grösseren Chromatinkugeln enthalten kleine Vacuolen. Niemals habe ich ein Auswandern von Körnchen beobachten können, kein einziges Bild lässt darauf schliessen.

Bei allen bis jetzt beschriebenen Eiern ist noch kein Dotter im Eiplasma ausgeschieden.

Bei dem nächsten Ei, das in seiner ganzen Ausdehnung schon feine Dottermolekel enthält, zeigt sich das Keimbläschen noch im Centrum gelegen. Aeltere Eier waren in dieser Serie nicht vorhanden, an welchem etwas zu sehen war.

An meinen eigenen Schnitten zeichnet sich das Keimbläschen, wie schon bemerkt, durch den Mangel an Chromatin aus, auch ist es stets ziemlich viel kleiner als bei KORSCHELT's Präparaten.

Die langgestreckte Form habe ich auch nicht beobachtet, es war stets mehr kreisrund, zeigte jedoch die spitzen zackigen Fortsätze in ganz derselben Weise, wie ich oben beschrieben habe.

Hier habe ich auch noch bei einem Ei von 2,74 mm Länge einen Kern beobachtet (Fig. 30). Derselbe lag an der Peripherie, ungefähr in halber Höhe des Eies, etwas mehr dem oberen Pol genähert. Das Ei war völlig mit grossen Dotterballen angefüllt, die sich leicht rosa färbten (Carminpräparat). Einige derselben, welche in der Nähe des Keimbläschens lagen, zeichneten sich durch bräunliche Färbung und starke Granulirung aus (Fig. 30, *a*). Ueber ihre Entstehung weiss ich jedoch nichts Näheres anzugeben. Das Keimbläschen ist als solches ganz verschwunden, es hat sich in einen amoeboiden Kern verwandelt, der einen kleinen Nucleolus besitzt und dessen Grundsubstanz ziemlich starkkörnig ist. In seiner grössten Ausdehnung ist der Kern 171 μ lang.

Es folgt hieraus, dass zwischen dem vorigen und diesem Stadium das Keimbläschen grosse Umwandlungen erfahren haben muss. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind diese an der Peripherie des Eies vor sich gegangen, denn so lange das Keimbläschen im Eicentrum lag, hatte es stets noch Bläschenform, hier aber, an der Peripherie gelegen, ist es völlig verändert, ist zum Eikern geworden.

In noch grösseren Eiern (das vorige hatte kaum seine halbe definitive Grösse erreicht) ist nichts mehr von einem Kern nachzuweisen. Derselbe ist völlig zwischen den grossen Dotterballen verschwunden.

Dieser Vorgang scheint mir zu beweisen, dass die Reifung, d. h. die Umwandlung des Keimbläschens zum Eikern, mit dem Verschwinden desselben nichts zu thun hat. Ersteres geschieht viel

früher an der Peripherie des Eies, wie sich fast bei allen Formen direkt nachweisen oder erschliessen lässt.

Silpha atrata und sinuata.

Tafel V Fig. 31—35, Tafel X Fig. 237 und 238.

Bei der Gattung Silpha erleidet das Keimbläschen höchst seltsame Umwandlungen, welche in beiden Formen der Gattung gleich sind. Ich werde also bei der Beschreibung mich nicht an eine besondere Art halten.

Ganz frappant sind hier wie bei Necrophorus die Resultate, die man durch die oben beschriebene Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin erhält. Man erzielt dadurch Bilder, wie sie auf Tafel X Fig. 237 und 238 dargestellt sind, wobei ich bemerken möchte, dass die Farben keineswegs übertrieben sind; oft sind die Unterschiede noch greller. Das Keimbläschen zeichnet sich von seinem ersten Auftreten an durch seine rothe Farbe aus, wogegen das Eiplasma dunkelblau erscheint. Wenn der Dotter auftritt, so ist der Unterschied nicht mehr so frappant, doch ist auch dann das homogene, amoeboid zerflossene Keimbläschen von dem sich etwas mehr violett färbenden Dotter gut zu unterscheiden.

In den jüngsten Eizellen, welche im unteren Theil des Endfaches liegen, zeichnet sich das Keimbläschen schon bei ganz flüchtiger Betrachtung durch seine rothe Farbe aus, während die Keimzellen und Follikelzellen blau sind. In Fig. 31 Tafel V sind die jüngsten Eier abgebildet. Dieselben haben ein gleichmässig feinkörniges Plasma, die Grundsubstanz des Keimbläschens ist völlig homogen, leicht rosa gefärbt und der Nucleolus, der sich hier sehr blass färbt, wurde stets nur in der Einzahl beobachtet. Bei *a* liegen die Eizellen noch in dem Syncitium des Keimfaches eingebettet, bei *b* hat sich aber um das Ei schon ein Follikelepithel ausgebildet, das sich durch seine langgestreckten Kerne auszeichnet. Diese längliche Form der Follikelkerne macht sich in älteren Eiern nicht mehr bemerkbar. (Der Schnitt durch dieses Ei ist etwas schief gefallen.) Das Keimbläschen, das sonst noch dieselben Eigenschaften wie in den ganz jungen Eiern hat, ist etwas amoeboid geworden, es sendet einige stumpfe Fortsätze aus; von einer Membran ist auch nicht die leiseste Spur wahrzunehmen.

Ganz ähnlich finden wir noch das in Fig. 32 dargestellte Stadium. Das Ei ist bedeutend gewachsen und mit ihm das Keimbläschen,

sowie der Keimfleck; die amoeboiden Bewegungen treten etwas stärker auf. Das Ei hat hier eine Grösse von 106 μ, das Keimbläschen von 16 μ und der Keimfleck von 4 μ.

Das nächste Ei bietet uns nun schon einen ganz anderen Anblick dar. Das Keimbläschen ist bedeutend gewachsen und dem oberen Eipol genähert. Es ist derartig zerflossen, dass es den Eindruck macht, als ob eine dünnere, rosa Flüssigkeit in eine zähe blaue hineingegossen wäre und dieselbe auseinander getheilt hätte. In Fig. 237 Tafel X ist das Ei bei schwächerer Vergrösserung abgebildet, Fig. 238 zeigt das stärker vergrösserte Keimbläschen, wenn man es überhaupt als Bläschen bezeichnen darf.

Am oberen Pol des Eies, das ohne Follikelepithel 0,4 mm lang ist, ist schon ein wenig Dotter ausgeschieden, wenigstens färbt sich das Eiplasma weniger intensiv blau; es ist aber auch möglich, dass wir es hier nur mit einer Vacuolenbildung zu thun haben, wodurch das Plasma gewissermassen eine netzige Structur annimmt. Der eigentliche Dotter scheidet sich nämlich später vom Follikelepithel aus, zuerst besonders an den langen Seiten des Eies.

Das Keimbläschen, das in seiner grössten Ausdehnung eine Länge von 105 μ erreicht hat, ist gegen den oberen Eipol abgeplattet, nach unten aber streckt es zwischen das Eiplasma einen langen Fortsatz aus, der seinerseits wieder ganz spitze Zacken zwischen das Plasma schickt (cf. Fig. 238). Wie sehr zerflossen es in allen Ebenen ist, kann man auch daran erkennen, dass bei *a* noch ein Plasmatheil des Eies mit in den Schnitt gefallen ist, der hier scheinbar ganz isolirt liegt, aber natürlich in anderen Schnitten mit dem Eiplasma zusammenhängt.

Die Grundsubstanz des Keimbläschens ist äusserst fein granulirt, wie sehr feines, geronnenes Eiweiss. Ausser dem Nucleolus, der eine Grösse von 18 μ hat und viele Vacuolen von verschiedener Grösse enthält, liegen im Kernplasma noch eine Anzahl kleiner, sich violett färbender Kugeln von 1—4 μ Durchmesser. Ob dieselben aus dem Nucleolus stammen oder ob sie als Paranucleolen des Kerngerüstes aufzufassen sind, weiss ich nicht. BALBIANI beschreibt bei Phalangium [11], dass der Nucleolus Vacuolen enthält, welche an die Oberfläche rücken, dort platzen und ihren Inhalt in das Keimbläschen übertreten lassen. Obgleich nun die Vacuolen hier bei Silpha eine ganz ähnliche Farbe wie diese kleinen Kugeln haben, so glaube ich doch nicht, dass letztere aus dem Inhalt der ersteren gebildet sind, doch lässt sich auch das Gegentheil nicht beweisen.

Diese amoeboiden Bewegungen des Keimbläschens nehmen nun noch immer zu, so dass dasselbe sich von einem Eipol zum anderen erstreckt (Fig. 33). Am oberen Pol ist es bedeutend breiter als am unteren, von allen Stellen scheinen feine Fortsätze ausgehen zu können. Es erinnert diese colossale Beweglichkeit ganz an Weismann's Schilderung des Furchungskernes bei den Gallwespen [171]. Bis jetzt war im Ei noch nichts von Dotter zu sehen.

Die Dotterballen treten nun zuerst am unteren Pol und an den Längsseiten des Eies auf und rücken allmählich nach dem Centrum des Eies vor. So lange das Eiinnere in der Umgebung des Keimbläschens noch frei von ihnen ist, zeigt das letztere noch seine fabelhaft amoeboiden Bewegungen, wie man in der Figur 34 (Taf. V) sehen kann.

Der Nucleolus liegt noch an derselben Stelle, wie vorhin, nämlich am oberen Pol. Dort ist auch das Keimbläschen etwas weniger stark zerflossen als am entgegengesetzten Ende, wo es zum Theil geradezu zerfranst ist und den Eindruck macht, als ob seine Substanz ganz zwischen die Dotterkörnchen hineinfliessen wollte. Das untere Ende aber ist in dem Ei, das Fig. 34 abgebildet ist, noch beinahe ebenso breit wie das obere. Je mehr Dotter nun in dem Ei ausgeschieden wird und je mehr derselbe dem Eicentrum näherrückt, desto schmäler wird der untere Teil des Keimbläschens, gerade als ob der vorrückende Dotter in die Keimbläschensubstanz sich hineinpresste. Am oberen Pol ist noch ein ziemlich grosses Stück des Eikerns nebst Nucleolus gelegen, ganz dem Follikelepithel angeschmiegt. Nach unten ist aber auch dieser in ganz feine Fransen aufgelöst; mit diesem Theil geht entschieden derselbe Process vor sich, welcher den unteren Theil schon beinahe zum Verschwinden gebracht hat. Dieser letztere ist in Fig. 35 schon ganz von dem oberen losgelöst und besteht nur noch aus einem äusserst feinen Streifen homogener Substanz, welche sich wie das Keimbläschen ganz hellroth färbt. Diese beiden Figuren 34 und 35 scheinen mir geradezu ein Beweis dafür zu sein, dass durch die allmähliche Anhäufung des Dotters das Keimbläschen zum Schwinden gebracht wird, d. h. seine Substanz zwischen die Dotterballen aufgenommen wird, wo dieselbe natürlich nicht mehr nachweisbar ist. Zugleich kann man aber auch hieran sehen, dass das amoeboide Zerfliessen, das mit dem endlichen Verschwinden endigt, mit der eigentlichen Reifung nichts zu thun hat; diese geschieht wohl erst, wenn das Keimbläschen an der Peripherie liegt. Die Dotterausscheidung beginnt hier vielleicht schon vordem die Reifungserscheinungen begonnen haben. (?)

In den Eiern, welche noch grösser waren (das zuletzt beschriebene war 0,95 mm lang) und in welchen der Dotter schon an allen Stellen ausgeschieden war, konnte ich vom Keimbläschen oder Eikern keine Spur mehr erblicken.

Necrophorus vespillo.

Tafel V, Fig. 36—39.

Die Eier von Necrophorus schliessen sich, was das Keimbläschen betrifft, ganz an die der Gattung Silpha an. Auch der Färbungsunterschied zwischen Keimbläschen einerseits und Eiplasma und Follikelzellen andererseits ist ebenso scharf wie bei Silpha.

Das jüngste beobachtete Ei, das gleich am Endfach lag und schon eine Grösse von 50 : 77 μ hatte, zeigte ein sehr feinkörniges, blau gefärbtes Plasma. In seinem Centrum lag das ovale 18 : 37 μ grosse Keimbläschen, welches, leicht rosa gefärbt, einen feinkörnigen Inhalt zeigte und mehrere Nucleolen enthielt. (Fig. 36, Tafel V).

In einem schon bedeutend herangewachsenen Ei, dessen Länge 0,9 mm betrug, in welchem aber noch nichts von Dotter zu sehen war, hatte das Keimbläschen eine ganz andere Form angenommen. Es war sehr stark amoeboid zerflossen; der Hauptsache nach sehr in die Länge gestreckt, (Länge 0,5 mm, Breite durchschnittlich 0,1 mm) zeigte es überall an seinem Umfange verschieden lange, meistens spitze Fortsätze. Ein kleiner, schwach violett gefärbter Nucleolus lag in seinem Innern. Seine Lage war noch im Eicentrum, dem oberen Pol etwas mehr genähert.

In dem nächsten zu beschreibenden Stadium ist in dem Ei schon viel Dotter ausgeschieden, besonders am Rande und am oberen Pol; im Centrum in der Nähe des unteren Eiendes ist noch ein kleiner Theil frei von Dottermolekeln geblieben (Fig. 38, Taf. V). Das Keimbläschen ist an die Peripherie gerückt und zeigt eine noch bedeutend unregelmässigere Gestalt als im vorigen Ei. Es macht ganz den Eindruck, als ob sich die Keimbläschensubstanz allmählich zwischen die Dotterpartikel vertheilen wollte oder auch als ob letztere in das Keimbläschen hineingedrückt würden. Ein kleiner blasser Nucleolus ist noch nachzuweisen.

Fig. 39 zeigt uns nun ein Ei, bei dem der Schwund des Keimbläschens noch weiter vor sich gegangen ist. Wir sehen, dass in

dem 1,5 mm langen Ei der Dotter schon sehr stark ausgebildet ist; am oberen Pol und in der Peripherie sind die Körnchen grösser als am unteren Pol. Das Keimbläschen liegt noch an derselben Stelle wie im vorigen Ei. Es ist jedoch in der Grösse ausserordentlich zurückgegangen, indem seine grösste Länge nur noch 0,13 mm beträgt. An einer Stelle, am oberen Ende, ist ein kleiner blasser Fleck zu sehen, der wohl als Rest des in Auflösung begriffenen Nucleolus aufzufassen ist.

Das Ei wächst nun noch ziemlich stark heran, während das Keimbläschen völlig schwindet, so dass nichts mehr von demselben nachzuweisen ist.

Die Eier von Necrophorus unterscheiden sich demnach nur darin von den Silpha-Eiern, dass bei diesen das Keimbläschen zuletzt am oberen Pol gelagert ist, während es bei jenen an einer Längsseite des Eies zu Grunde geht resp. verschwindet. Das ist wohl kein principieller Gegensatz.

Einen Austritt von Ballen aus dem Keimbläschen habe ich bei diesen Formen niemals beobachten können, deshalb ist aber durchaus noch nicht ausgeschlossen, dass ein solcher nicht stattfindet.

Geotrupes und Cetonia.

Tafel V, Fig. 40—44.

Bei diesen beiden Lamellicornengattungen konnte ich nicht viel Wichtiges constatiren. Die Eier scheinen sich sehr rasch aus den Keimzellen heraus zu differenziren, so dass man im Endfach kaum junge Stadien findet. Bei jüngeren, 55 μ langen Eiern findet man das 12 μ im Durchmesser messende Keimbläschen im Eicentrum liegen; es hat eine kreisrunde oder ein klein wenig unregelmässig runde Form (Fig. 40, Taf. V). In seinem Innern liegen mehrere stark gefärbte Nucleolen.

Das Keimbläschen wächst nun mit dem Ei sehr stark heran, so dass es eine Grösse von 0,22 mm erreichen kann (Fig. 43). Es liegt noch im Centrum des Eies als runde Blase, wenn sich an der Peripherie schon etwas Dotter ausgeschieden hat.

Betrachten wir zuerst Fig. 41. In die helle homogene Grundsubstanz sind eine grosse Anzahl von Nucleolen von runder oder länglicher Gestalt eingelagert. Dieselben liegen in concentrischer Anordnung um einen homogenen Kern, der etwas dunkler als die Kerngrundsubstanz gefärbt ist. Ein Theil der Nucleolen liegt auch in dieser homogenen Masse.

Ganz ebenso ist das Verhältniss bei Cetonia, nur dass in diesem Stadium das Keimbläschen schon an der Peripherie liegt. (Fig. 44, Taf. V.)

In etwas älteren Eiern von Geotrupes als den vorhin beschriebenen finden wir die Anzahl der sich färbenden Partikel im Keimbläschen bedeutend vermehrt, jedoch haben die einzelnen Kügelchen sehr an Grösse abgenommen (Fig. 42. 43, Taf. V). Die einzelnen Partikel (Mikrosomen?) sind scheinbar durch feine Fäden mit einander verbunden. Fig. 43 zeigt einen tieferen Schnitt, wo auch der homogene Kern, in dessen Centrum hier noch dunkle Körnchen gelagert sind, mitgetroffen ist. Von diesem Centralkörper aus scheinen die feinen Fäden ihren Ursprung zu nehmen, reichen aber nicht bis an die Peripherie des Keimbläschens. Ich schliesse hieraus, dass wir es mit einer Schrumpfung zu thun haben, wodurch das „Kerngerüst" nicht ganz in seiner Lage erhalten ist. Dass es sich hier um die Spuren eines Kernnetzes handelt, daran wird, wie ich denke, wohl kein Zweifel sein. In Fig. 42, Taf. V ist dasselbe Netz eines anderen Keimbläschens abgebildet, wo der Schnitt nicht durch das Centrum gefallen ist; es ist nur das Netzwerk getroffen, das hier noch etwas stärker im Keimbläschen ausgebreitet ist als im vorhin geschilderten Falle. Besonders reicht im oberen Theil ein Zug von Fasern und Mikrosomen bis nahe an die Peripherie des Keimbläschens.

In diesem Zustand findet man das Keimbläschen wieder an der Eiperipherie. Bei Cetonia habe ich niemals das Fadenwerk, wohl aber die concentrische Anordnung der Nucleolen constatiren können (Fig. 44, Taf. V).

In ziemlich reifen Eiern ist von einem Keimbläschen oder Eikern nichts mehr nachzuweisen.

Lina populi.

Tafel VI Fig. 45—49.

Bei den Eiern dieses Käfers habe ich ganz deutlich constatiren können, dass, während das Keimbläschen an der Eiperipherie liegt, grosse Ballen aus demselben austreten.

Beginnen wir die Betrachtung mit einem jungen Ovarialei, dessen Keimbläschen noch im Eicentrum liegt (Fig. 45 Tafel VI). Das Ei hat eine Länge von 0,12mm, das Keimbläschen von 0,027mm. In dem homogenen Inhalt des letzteren sind ein grösserer und ein kleinerer Nucleolus zu sehen und ausserdem Rudimente eines Kernnetzes.

In dem folgenden Stadium (Fig. 46 Tafel VI) hat das Ei schon eine sehr dünne Dotterhaut (*dh*), von Dotter ist noch keine Spur vorhanden. Das Keimbläschen ist auf 50 μ herangewachsen und liegt der Eiperipherie schon bedeutend näher. Der Nucleolus hatte sich in diesem Präparat nicht sehr stark gefärbt, war aber immer noch deutlich nachzuweisen. Ausser diesem und einigen feinen Fäden, die wohl als Reste eines Kerngerüstes aufzufassen sind, sind im ganzen Keimbläschen mit Ausnahme der Randzone ganz feine klare Bläschen vertheilt, welche ich jedoch als Kunstprodukte ansehen möchte.

In den jetzt weiter zu beschreibenden Eiern ist schon eine Menge von Dottermolekeln verschiedener Grösse abgeschieden. In Fig. 47 Tafel VI liegt das 0,081mm grosse Keimbläschen der Peripherie des Eies hart an. Sein Inhalt ist fast homogen, an einer Stelle liegen eine Menge von winzigen Nucleolen eingestreut, zwischen denen die Grundsubstanz etwas granulirt erscheint. An der einen Seite ist der Umfang des Keimbläschens vollständig scharf begrenzt und gleichmässig abgerundet. An der anderen, der Eiperipherie zugekehrten Seite finden wir zwei grosse homogene Ballen liegen, die zum Theil noch in die Substanz des Keimbläschens eingebettet erscheinen. Diese Ballen unterscheiden sich bedeutend von den Dotterpartikeln sowohl dadurch, dass sie in ihrem Innern scheinbar eine Vacuole enthalten, (es macht mehr den Eindruck, als ob nur ein rundes Stück der Masse sich im Centrum von der anderen abgeschieden hätte), als auch besonders durch ihre Grösse. Während die grössten Dotterpartikel nur einen Durchmesser von 4 μ erreichen, sind diese Ballen 12 und 14 μ, in einem Falle (Fig. 48) sogar 26 μ gross.

In Fig. 48 sehen wir das Keimbläschen noch ungefähr an derselben Stelle. Sein Rand ist ausgezackt, d. h. mit kleinen amoeboiden Zipfeln versehen. An der einen Seite, ganz an derselben Stelle wie bei Fig. 47, liegt in einer Höhlung des Keimbläschens ein grosser homogener Ballen, der in seinem Centrum noch eine runde Concretion enthält von einer Substanz, die der des Ballens völlig gleich erscheint.

Dieser Ballen färbt sich fast vollkommen gleich wie das Keimbläschen, i. e. ganz rosa, nur erscheint das letztere etwas fein granulirt, während der Ballen homogen ist. Ein kleiner Keimfleck ist im Keimbläschen sichtbar.

Die dritte Figur (Fig. 44), welche ich noch von demselben

Stadium wiedergegeben habe, zeigt uns den Rand des Keimbläschens sehr unregelmässig, aber stets scharf begrenzt. Beinahe überall kann man kleine Fortsätze und Ausbuchtungen bemerken. Im Innern liegt ein grösserer, vacuolenreicher Nucleolus, sowie mehrere kleinere chromatische Körper; die Grundsubstanz ist fein granulirt. Neben dem Keimbläschen befindet sich ein etwas unregelmässiger Körper von 25 μ Länge und 18 μ Breite, welcher aus einer homogenen Substanz besteht, die aber im Innern mehrere Risse und andere Zerfallserscheinungen zeigt. Es ist wohl kein Zweifel, dass dieser Körper mit den eben geschilderten Ballen identisch ist, dass er sich nur losgelöst hat und nun vom Eiplasma allmählich resorbirt wird. Dass der Körper nicht ganz an derselben Stelle, d. h. der Eiperipherie zugewandt liegt, ist wohl ohne Bedeutung, da derselbe, einmal vom Keimbläschen losgelöst, leicht durch irgend welche Contractionen oder Wachsthumserscheinungen des Eies von seiner ursprünglichen Entstehungstelle verschoben werden kann.

Auf dem eben beschriebenen Stadium hat das Ei eine ziemlich runde Form bei einem Durchmesser von 0,369—0,386 mm. Eine dünne hyaline Dotterhaut ist hier abgeschieden.

Bei einem bedeutend grösseren Ei, das etwas länglich war, habe ich noch ein Keimbläschen in ungefähr ein Drittel Höhe des Eies an der Peripherie liegend gefunden; es lag dem oberen Pol mehr genähert als dem unteren. Leider war die Conservirung der Schnitte nicht so gut, dass ich genauere Bilder erhalten konnte.

Lycus aurora.

Tafel VI, Fig. 50. 51. Tafel X, 239—242.

Das jüngste beobachtete Stadium (Fig. 50, Taf. VI) zeigt bei Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin oder Dahlia das Keimbläschen rosa mit rothem Kerngerüst, während das Plasma blau ist. Ein Follikelepithel ist noch nicht fertig ausgebildet.

Wenn das Ei etwas heranwächst (Fig. 239, Taf. X), so macht sich der Farbenunterschied noch mehr geltend. Das Keimbläschen liegt noch ganz im Centrum oder wie bei dem abgebildeten Ei etwas excentrisch. Fig. 240 zeigt das Keimbläschen stärker vergrössert, um die beiden Nucleolen, von denen einer grösser als der andere und körnig ist, besonders aber um den schönen Kernfaden zu zeigen. Ein scharf markirtes rothes Band nimmt von dem grösseren Nucleolus seinen Ursprung und schlängelt sich in vielen Windungen im Keim-

bläschen umher. An einigen Stellen ist der Faden unterbrochen, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass er dort in einen anderen Schnitt gefallen.

Das Eiplasma ist auch hier wieder dunkelblau gefärbt; an seiner Peripherie bemerkt man eine Lage von runden homogenen und vollkommen farblosen Ballen, die wohl als Dotterkörnchen aufzufassen sind, welche durch das Ei aus Nährstoffen gebildet sind, die ihm das Follikelepithel zugeführt hat. Die Kerne des letzteren zeichnen sich bei diesen jungen Eiern durch ihre langgestreckte Gestalt aus. Das Ei hat auf diesem Stadium einen Durchmesser von 0,13 mm, das Keimbläschen von 0,035 mm.

Während das Ei nun sehr stark anwächst und grosse Mengen von Dotter in sich aufspeichert, vergrössert sich das Keimbläschen nur sehr wenig. Es rückt an die Peripherie des Eies, wo wir es auf Tafel X, Fig. 241 und 242 wiederfinden. Ein Nucleolus ist noch vorhanden, wogegen ich bei diesen beiden Eiern keinen Kernfaden nachweisen konnte. Das wird wohl nur an der Erhaltung und Färbung gelegen haben, denn bei einem anderen Keimbläschen in derselben Entwicklungsstufe konnte ich denselben sehr deutlich erkennen.

Ich möchte hier noch einmal auf den Färbungsunterschied aufmerksam machen. Das Ei in Fig. 241 ist mit Pikrocarmin und Dahlia behandelt, das Keimbläschen hat sich röthlich-violett gefärbt und auch der Dotter ist ganz schwach violett. Das Fig. 242 abgebildete Ei ist nur von Dahlia-Färbung getroffen, welche das Follikelepithel sehr stark gefärbt hat; der Dotter aber und das Keimbläschen sowie der Nucleolus sind völlig farblos geblieben und nur durch ihre verschiedene Lichtbrechung ganz schwach erkenntlich. Haematoxylin bewirkt ganz dasselbe.

Bisweilen findet man das Keimbläschen an der Eiperipherie eingedrückt. Ein einziges Mal habe ich in solchen Eindrücken hyaline Ballen beobachtet. Ich habe dies Keimbläschen auf Taf. VI, Fig. 51 abgebildet. In zwei Vertiefungen desselben liegen homogene Ballen, welche allerdings den grösseren Dotterkugeln an Lichtbrechungsvermögen und Grösse völlig gleichen. Ich halte es aber durchaus nicht für ausgeschlossen, dass diese Ballen sich aus der Substanz des Keimbläschens ausscheiden, sich nachher vom Keimbläschen ablösen und endlich aufgelöst werden. Die weiter unten beschriebenen Funde bei Lepidopteren, Dipteren und Hymenopteren lassen diese Vermuthung zu.

In dem ganz ausgewachsenen Ei von Lycus aurora ist von einem Keimbläschen oder von einem Eikern nichts mehr zu finden.

Periplaneta orientalis.

Tafel VI, Fig. 52—57.

Die Eiröhren von Periplaneta sind von BRANDT [36] genauer beschrieben; wie bei allen Orthopteren reihen sich die Eier ohne dazwischen eingeschaltete Nährzellen aneinander. An dem frischen Object ist in Bezug auf das Keimbläschen nicht viel zu sehen, in allen jüngeren Eiern ist letztere als wasserhelle, runde Blase deutlich erkennbar. In dem jüngsten Ei war noch kein Nucleolus zu sehen (Fig. 52, Taf. VI). Derselbe bildete sich erst allmählich heraus, bis er ungefähr im fünften Ei vom Keimstock aus seine volle Grösse erreicht hatte (Fig. 53). In den reiferen Eiern wird mit dem Zunehmen des Dotters das Keimbläschen undeutlich, bis endlich nichts mehr von ihm zu sehen ist.

Wenn man die Eiröhren mit Methylgrünessigsäure behandelt, so färbt sich, wie dies v. WIELOWJESKY [74] angegeben hat, der Nucleolus absolut nicht, während die Kerne des Follikelepithels sehr gut die Farbe annehmen.

Im Keimbläschen zeigt sich unter Einwirkung dieses Reagens, sowie bei einfachem Essigsäurezusatz eine feingestrichelte Structur, ein sehr engmaschiges Kernnetz (Fig. 52. 53). An conservirtem Material lassen sich davon nur noch Spuren nachweisen.

Bei ganz jungen Eiern färbt sich das Protoplasma etwas dunkler als das Keimbläschen. Letzteres stellt dann eine helle homogene Blase dar, in der im Centrum oder auch excentrisch ein, in seltenen Fällen auch 2 Nucleolen liegen (Fig. 54, Taf. VI). Wenn das Ei etwas heranwächst, so wechselt das Verhältniss insofern, als das Keimbläschen etwas dunkler als das Plasma erscheint. Ein solches 0,415 mm langes Ei, in dem noch kein Dotter ausgeschieden ist, zeigt uns Fig. 55 (Carminpräparat). Das Keimbläschen liegt noch ganz im Centrum des Eies. Fig. 56 zeigt ein anderes Keimbläschen desselben Stadiums bei stärkerer Vergrösserung. Wir sehen ausser dem etwas körnigen Nucleolus (*n*) eine Anzahl kleinerer stark färbbarer Kügelchen, die wohl als Bestandtheile des Kerngerüstes, als Paranucleolen aufzufassen sind. Die hier und dort in der Grundsubstanz vertheilten feinen Körnchenanhäufungen (*a*) sind dort als die Reste des Gerüstes anzusehen, das durch diese Conservirung zerstört worden ist.

Reifere Eier, in denen viel Dotter abgelagert ist, lassen sich sehr schlecht schneiden. Dies ist bei allen Orthopteren der Fall, weshalb ich von dieser Ordnung nur wenige Formen bruchstückweise untersucht habe. Das Dotter bildet nämlich nicht wie bei anderen Formen runde Kugeln, sondern ganz unregelmässige, verschieden grosse Schollen, welche dem schneidenden Messer Widerstand entgegensetzen und den Schnitt zerreissen.

Nur einmal gelang es mir bei einem 0,73 mm langen Ei, das Keimbläschen an der Peripherie liegend zu finden. Es befand sich ungefähr in halber Höhe des Eies an einer langen Seite und war, wie Fig. 57 zeigt, an einer Seite, welche dem Follikelepithel zugekehrt war, völlig eingebuchtet. In dieser grossen Bucht lag nun ein kugelrunder, dotterähnlicher Körper von 13 μ Durchmesser. Durch seine Gestalt unterschied sich dieser, wie man aus Fig. 57, Taf. VI sehen kann, wesentlich von den Dotterelementen, welche alle ganz unregelmässige Schollen darstellten. Ich halte es nun für wahrscheinlich, dass dieser Ballen aus der Substanz des Keimbläschens seinen Ursprung genommen hat, von ihr abgeschnürt ist. Das Keimbläschen selbst färbte sich allerdings bedeutend stärker, als erwähnter Ballen, was jedoch nicht absolut im Widerspruch mit meiner Ansicht von der Entstehung des letzteren steht. Es können nach der Abschnürung sehr wohl bedeutende chemische Veränderungen in dem Ballen stattgefunden haben.

In dem Keimbläschen zeigten sich ausser zwei Keimflecken noch einige Paranucleolen.

Das Ei wächst nun noch ganz bedeutend; in Stadien, die älter als das oben beschriebene waren, gelang es mir niemals, einen Kern nachzuweisen.

Gryllotalpa vulgaris.

Tafel VI, Fig. 58—61.

Diese Form sowie Locusta sind ausser durch die eigenthümliche Dotterbeschaffenheit noch dadurch zur Untersuchung ungünstig, dass sich das Keimbläschen durch die Färbungen so sehr wenig differenzirt. Bei schwächeren Vergrösserungen ist es immer nur an einem Haufen von Chromatinkörnern erkennbar und erst bei Benutzung von starken Systemen sieht man, dass diese Körnchen in einer Substanz liegen, die sich vom Eiplasma etwas absetzt, die aber genau dieselbe Farbe wie letzteres hat.

Ein ganz junges Ei, das oberste einer Eiröhre, sehen wir Fig. 58, Taf. VI abgebildet; das Keimbläschen liegt ziemlich central. Letzteres zeigt Fig. 60 bei stärkerer Vergrösserung. Ein eigentlicher Keimfleck ist nicht vorhanden; vielmehr liegen in der Kerngrundsubstanz zerstreut Chromatinpartikel von 4 μ Durchmesser bis zu unmessbarer Feinheit. Diese Körnchen treten an einer Seite des Keimbläschens stärker auf als an der anderen. Die 3 grössten Körnchen zeichnen sich durch etwas hellere Färbung aus (*a*) und werden wohl als Nucleolen zu deuten sein, während ich die übrigen Partikel für Bestandtheile des Kerngerüstes halten möchte.

Bei etwas älteren Eiern, in denen das Keimbläschen noch im Centrum liegt, zeigt letzteres oft amoeboide Fortsätze (Fig. 60); die chromatischen Körper sind noch mehr als im vorigen Stadium an der einen Seite des Keimbläschens concentrirt.

Je mehr nun das Ei heranwächst, desto mehr rückt das Keimbläschen an die Peripherie, bis es derselben hart anliegt. (Fig. 61 Taf. VI.) Seine Contouren sind hier kaum noch zu erkennen, höchstens dadurch, dass die Kerngrundsubstanz etwas homogener ist als das Eiplasma. Die Chromatinpartikel finden wir an dem einen Pol, und zwar an dem unteren. Es hat sich ein grosser Nucleolus wohl durch Verschmelzung mehrerer kleinerer herausgebildet. Von dem unteren Pol aus sieht man ein feines Netz ausgehen, das gegen den anderen Pol allmählig undeutlich wird und sich verläuft; die einzelnen Fäden, welche sich mit einander verbinden, bestehen aus sehr feinen Körnchen (Mikrosomen?), zwischen denen eine nichtfärbbare Substanz liegt. Es ist wohl kein Zweifel, dass wir es hier mit einem regelrechten Kerngerüst zu thun haben.

In älteren Eiern, in denen schon Dotter abgeschieden war, konnte ich keine Spur eines Keimbläschens nachweisen.

Locusta viridissima.

Tafel VI, Fig. 62—64.

Ein junges Ei von 0,13 mm. Länge, zeigt das Keimbläschen im Centrum (Fig. 62 Taf. VI). Ein Nucleolus ist nicht zu bemerken; dagegen zeigen sich im ganzen Keimbläschen zahllose Chromatinbrocken versteckt, welche ich für die optischen Querschnitte eines Kernfadens ansehen möchte. Das Keimbläschen macht auf diesem Stadium ganz den Eindruck des Kernes von einer Nährzelle, wo ja auch, wie oben erwähnt, die chromatische Substanz in ähnlicher Vertheilung erscheint.

In grösseren 0,5 mm langen Eiern befindet sich das Keimbläschen noch in centraler Lage, bald mehr dem oberen, bald dem unteren Pole genähert (Fig. 63 Tafel VI). Ganz wie bei Gryllotalpa liegen auch hier die Chromatinballen an dem einen Pol des Keimbläschens.

Später finden wir in noch dotterfreien Eiern das Keimbläschen an der Eiperipherie gelegen, wo es sich kaum vom Plasma abhebt (Fig. 64 Tafel VI). Durch Einwirkung der Reagentien ist es hier etwas geschrumpft, so dass sich im Schnitt eine Lücke zeigt.

Ein ziemlich grosser, aber sehr blass gefärbter Nucleolus ist auch hier, ebenso wie bei Gryllotalpa, vorhanden, von dem aus ein Kernnetz seinen Ursprung nimmt.

Sobald im Ei Dotter abgeschieden war, konnte ich kein Keimbläschen mehr nachweisen.

Die reifen Eier haben ein anfangs gelbliches, später dunkelbraunes, lederartiges Chorion, das beim Schneiden grosse Schwierigkeiten bereitet.

Pieris brassicæ.

Tafel VI, Fig. 65—69.

Die Eiröhren der Lepidopteren eignen sich ganz besonders dazu, die verschiedenen Entwickelungsstadien der Keimbläschen zu studiren, da in jeder eine sehr grosse Anzahl von Eiern hintereinander liegt. Auf jeder Seite des Thieres liegen bekanntlich vier enorm lange Eiröhren.

Die Gattung Pieris habe ich nicht so genau untersucht wie die beiden folgenden.

Die jungen Eier liegen dem unteren Ende der Nährzellen flach angedrückt. Das Keimbläschen findet sich in den jüngsten untersuchten Eiern nicht mehr in der Mitte, sondern schon an einer Seite liegend, meistens in den Winkel hineingedrückt, welchen die obere durch die Nährzellen platt gedrückte Fläche des Eies mit einer der Seitenflächen bildet. An dieser Stelle bleibt es während der ganzen Entwickelung des Eies.

Das Keimbläschen ist oval und besteht aus einer für unsere optischen Mittel völlig homogenen Substanz. In diese ist ein grosser, stark gefärbter, homogener Nucleolus und ein Kernfaden eingelagert. Letzter ist auf den Figuren 65, 66 und 68 sichtbar. Das Keimbläschen, welches hier einen grössten Durchmesser von 23—27 μ hat, wächst im Laufe der Entwickelung nur sehr wenig heran.

Schon recht bald zeigt sich an der Seite des Keimbläschens, die dem Eiinnern zugewandt ist, eine stark lichtbrechende Masse, welche keine Farbstoffe annimmt (Fig. 65, Taf. VI). Dies ist das erste Auftreten des Dotters, welcher sich bei den Lepidopteren schon sehr früh zeigt. In Fig. 66 hat sich der Dotter schon mehr im Ei verbreitet, einzelne Theile haben sich von der grossen Masse abgelöst.

Es ist diese Entstehungsweise des Dotters wohl ein Beweis dafür, dass derselbe hier unter dem Einflusse des Keimbläschens abgeschieden und wahrscheinlich überhaupt gebildet wird. Ob das überall der Fall ist, ist dadurch noch nicht gesagt, es könnten ebenso gut in den Zellen des Follikelepithels Dotterkörnchen gebildet und dann in das Ei hineinbefördert werden.

Später vertheilt sich der Dotter im Ei und fällt dann nicht mehr durch seine Farblosigkeit und sein starkes Lichtbrechungsvermögen auf.

In Fig. 67 finden wir das Keimbläschen noch als ovalen Körper an derselben Stelle wie vorhin liegen. Es enthält noch einen Nucleolus und einen deutlichen Kernfaden. Der Nucleolus hat hier oft ganz winzige Vacuolen. Fig. 68 a und b zeigen verschiedene Keimbläschen auf diesem Entwicklungszustand. Sie haben eine durchschnittliche Grösse von 26 μ mit einem Nucleolus von 9—10 μ.

In einem etwas reiferen Ei war das Keimbläschen ein klein wenig herangewachsen (Fig. 69, Taf. VI). Es lag wieder ziemlich dicht an der Eiperipherie und zeigte an der Seite, die letzterer zugewandt war, eine ziemlich starke Einbuchtung, welche wohl als ein Homologon der bei anderen Formen gefundenen Einbuchtungen anzusehen ist (cf. Carabus, Lina, Lycus, Periplaneta). Der Keimfleck hat sich in 3 kleinere Nucleolen zertheilt.

Zum Verständniss der Zeichnung sei noch hinzugefügt, dass der Schnitt hier das Ei etwas tangential getroffen hat, so dass wir das Keimbläschen auf der Zeichnung nicht in dem oben erwähnten Winkel liegen sehen, in dessen Nähe es jedoch thatsächlich sich befindet.

Aeltere Entwicklungsstadien besitze ich von den Eiern der Gattung Pieris leider nicht. Doch wird diese Lücke wohl durch die beiden anderen untersuchten Lepidopteren ausgefüllt.

Sphinx ligustri.

Tafel VI, Fig. 70—80.

An den ganz jungen Eiern ist nichts zu bemerken, was sie von den soeben geschilderten Pieris-Eiern unterscheidet.

Ein schon ziemlich grosses Ei von 0,5 mm Länge (ohne Nährzellen und Follikelepithel), in welchem schon eine grosse Menge von Dotter abgeschieden ist, findet sich Fig. 70, Taf. VI abgebildet. Die Dottermolekel finden sich am Rande und in der Mitte zahlreich, während am oberen Pol, in der Nähe der Nährzellen, noch das Eiplasma erhalten ist.

Das Keimbläschen liegt an der Peripherie, an der homologen Stelle wie bei Pieris. Es hat eine ovale Form und eine Grösse von 58 : 22 μ. Bei Doppelfärbung färbt es sich mit Carmin und Haematoxylin absolut nicht, sein Inhalt besteht aus einer völlig hyalinen Masse, in die ganz feine Körnchen eingelagert sind. Ein Nucleolus von 17 μ Durchmesser mit einigen Vacuolen im Innern liegt excentrisch; ausser letzterem finden sich noch einige wenige Paranucleolen (Fig. 71, Taf. VI).

Wenn das Ei noch wenig herangewachsen ist bis auf eine Länge von 0,57 mm, so beginnt schon der Austritt von grossen Ballen aus demselben.

In Fig. 72 sehen wir ein Ei auf diesem Stadium bei schwächerer Vergrösserung. Die Beschaffenheit des Eiplasmas, des Dotters und die Lage des Keimbläschens ist noch ganz ebenso wie im vorigen Stadium. Letzteres hat aber die regelmässige ovale Form verloren und ist unregelmässig eingedrückt an seiner einen Seite, welche der Eiperipherie zugekehrt ist. In dieser Einbuchtung liegen stets kleinere oder grössere Ballen, die sich wesentlich vom Dotter unterscheiden (Fig. 73 zeigt ein Keimbläschen dieses Stadiums von einem anderen Ei). Die Structur des Keimbläschens sowie des Nucleolus bietet uns nichts Neues. An dem ziemlich unregelmässigen Rand findet sich häufig eine stumpfe Hervorragung (Fig. 73 *x*), welche mit der Kernsubstanz angefüllt ist. Es ist mir gar nicht unwahrscheinlich, dass eine solche Bildung der Anfang zu einem Ballen ist, wie man sie in der Mehrzahl am Keimbläschen findet; der grösste derselben (Fig. 73 *a*) hatte 20 μ im Durchmesser, während die kleinsten nur von der Grösse der gewöhnlichen Dotterkörner waren. Von letzteren unterscheiden sie sich aber wesentlich durch ihre absolute Farblosigkeit. Auf den ersten Blick kann man

jedes Mal sagen, welches ein solcher Ballen und welches ein Dotterpartikel ist. — Meistentheils sind sie vollkommen homogen, jedoch habe ich die Bemerkung gemacht, dass die Ballen, welche dem Keimbläschen am nächsten liegen und demnach wohl zuletzt ausgetreten sein werden, noch eine ganz feine Granulirung wie das Kernplasma zeigen. — Bisweilen findet man auch, dass ein solcher Ballen von seiner ursprünglichen Stelle sich entfernt hat und nun im Dotter liegt, wo er wahrscheinlich resorbirt wird (Fig. 73 *b*).

Dass diese ganzen Erscheinungen keine zufälligen Bildungen sind, geht daraus hervor, dass ich dieselben bei einer grossen Anzahl Eier in jeder Eiröhre fand und ausserdem, dass ich dieselben bei den meisten untersuchten Formen constatiren konnte.

Der Austritt dieser Ballen dauert ziemlich lange; man findet ihn in jedem Ei der Eiröhren von der oben beschriebenen Grösse an bis zu einer Länge von 0,9 mm (Fig. 74).

Das Keimbläschen dieses letzten Eies, bei dem ich noch sicher den Austritt nachweisen konnte, habe ich bei starker Vergrösserung auf Fig. 75 abgebildet. Der Nucleolus ist ausserordentlich blass geworden, er färbt sich absolut nicht mehr mit den gewöhnlichen Kernfärbemitteln, so dass man ihn nur noch an seiner Lichtbrechung, welche sich etwas von der der Kerngrundsubstanz unterscheidet, erkennen kann. Man kann von hier an in allen folgenden Stadien gar nicht mehr von einer chromatischen Substanz des Eikerns sprechen, weil sich eben nichts in demselben färbt. Es scheint mir dies geradezu ein Beweis dafür zu sein, dass mit dem Ausdruck Chromatin nicht das Wesen der hauptsächlichen Kernsubstanz bezeichnet ist, oder dass das Chromatin, das ja allerdings in den meisten Kernen vorkommt, nicht der wesentlichste Bestandtheil derselben ist. Keineswegs will ich aber damit das Chromatin als aufgespeicherte Nahrung oder dergl. bezeichnen, wie BRASS [42] es thut.

Um nun wieder auf das Keimbläschen Fig. 75 zurückzukommen, so erwähne ich, dass hier auch die oben erwähnten stumpfen Fortsätze vorkommen (*x*), ja dass es an einer Stelle (*y*) sogar den Anschein hat, als ob kleine Ballen in der Abschnürung begriffen wären.

Wenn man die Masse der in Fig. 75 am Keimbläschen liegenden Ballen sich mit letzterem vereinigt denkt, so resultirt daraus ein Körper von ungefähr der Grösse, als wenn das Keimbläschen nicht eingebuchtet wäre, sondern seine ovale Gestalt behalten hätte.

Ueber die Anschauung, dass die hier austretenden Ballen zur Bildung des Dotters oder gar des Follikelepithels dienten, brauche ich wohl nicht viel zu reden. Der Dotter, ist eben, ebenso wie die Follikelzellen, schon lange vor dem Austritt der Ballen vorhanden.

Unter allmählichem Schwund der Nährzellen wächst nun das Ei heran. Das Keimbläschen rundet sich wieder ab, so dass endlich von der Ausbuchtung keine Spur mehr zu sehen ist. Fig. 76 zeigt uns ein Keimbläschen, in welchem die Bucht noch angedeutet ist und an dem man noch einige Ballen liegen sehen kann. Der Inhalt des Keimbläschens ist etwas verändert. Wir sahen im vorigen Stadium schon, dass der Nucleolus blass war und sich kaum vom Kernplasma unterscheiden liess. Hier ist offenbar derselbe Prozess weiter fortgeschritten, denn er ist völlig geschwunden. Das Kernplasma ist bedeutend körniger geworden; in ihm eingelagert finden sich einige wenige, äusserst stark lichtbrechende Körnchen, welche sich nun fortwährend vermehren.

In Fig. 77, Taf. VI sehen wir ein noch älteres Keimbläschen, welches völlig abgerundet ist und in dem sich eine grosse Anzahl der lichtbrechenden Körnchen befinden.

Bis jetzt war an dem Ei noch keine Spur eines Chorions zu bemerken. Wenn die erste Anlage desselben auftritt, so sehen wir das Ei schon völlig mit den kugelrunden Dotterelementen ausgefüllt. Im Schnitt werden dieselben häufig derartig getroffen, dass dieselben dachziegelartig übereinander zu liegen scheinen (Fig. 78. 79. 80). Eine periphere Zone des Eies ist schon in diesem Stadium ziemlich dotterfrei, der Anfang des „Keimhautblastems“ (Fig. 78, Taf. VI).

Das Keimbläschen ist hier vollkommen kreisrund. An seiner einen Seite bei *a*, der Eiperipherie zugewandt, liegen noch die Reste der früher ausgetretenen Ballen, welche hier jedoch nicht mehr scharf begrenzt sind und sich in Auflösung zu befinden scheinen.

Das Keimbläschen ist zwar noch scharf gegen den Dotter abgegrenzt, doch ist von einer Membran nichts zu sehen. Die stark lichtbrechenden Körnchen haben bedeutend wieder abgenommen. Das Kernplasma, die Kerngrundsubstanz des Keimbläschens zeigt sich aus ganz winzigen Körnchen oder Tröpfchen zusammengesetzt, sie hat entschieden ihre Structur völlig verändert. Ich kann sie jetzt am besten als „dotterähnlich“ bezeichen, wenn ich mich auch entschieden dagegen verwahren muss, sie als zu Dotter geworden an-

zusehen. Das Kernplasma bleibt stets Kernplasma, kann aber seine morphologische Structur verändern.

In dem ganzen Keimbläschen ist keine Spur von färbbarer Substanz vorhanden, während in jüngeren, ganz auf dieselbe Weise behandelten Keimbläschen ein stark gefärbter Nucleolus und einige Paranucleolen nachzuweisen sind.

Bis zum neunten Ei vom Ende der Eiröhre konnte ich das Keimbläschen so auffinden. Bei dem folgenden schon ist nichts mehr von ihm zu sehen; ebenso wenig zeigt sich in den auf dieses folgenden Eiern etwas Bemerkenswerthes; das Ei wächst noch etwas heran und das Chorion sowie eine äusserst dünne Dotterhaut werden abgeschieden; ebenso bildet sich das Keimhautblastem weiter aus. In dem dritten Ei vom Ende einer Eiröhre zeigte sich an der Mikropyle im Keimhautblastem ein sehr stark gefärbter Fleck, der von dem übrigen Blastem scharf durch eine feine Zone ungefärbter Substanz geschieden war. Dieser Fleck liegt unter der Mikropyle (Fig. 80, *m*) dem oberen Pol des Eies als eine flache Scheibe auf und wird von der Dotterhaut überzogen. Wir sehen diese Bildung in Fig. 79 und 80 auf Taf. VI abgebildet (*x*).

Als einen Theil des Eikerns möchte ich diese Bildung nicht ansehen, weil sich in drei Eiern ausser derselben im Blastem noch eine grosse Anzahl von Kernen befanden, auf welche ich weiter unten noch zu sprechen kommen werde. — Aus ihrer Lage ganz dicht unter der Mikropyle möchte ich sie in Beziehung zur Befruchtung stellen. Ich sehe diese Substanz als eine Differenzirung aus dem Eiplasma oder als ein Secret desselben an, welches bestimmt ist, das Spermatozoon anzulocken, damit letzteres seinen Weg durch einen der sehr engen Mikropylkanäle findet.

Nachdem durch PFEFFER's Untersuchungen [126] bekannt geworden ist, dass die Spermatozoen der Farne durch bestimmte Stoffe, z. B. Apfelsäure, stark angelockt werden und nachdem man auch bei Pflanzen in den Synergiden ein Anlockungsorgan für den Pollenschlauch gefunden hat*), ist es wohl nicht so sehr wunderbar, dass ein ähnlicher Vorgang auch bei den thierischen Eiern vorkommen kann. Gerade hier bei den Sphingiden scheint mir wegen des sehr dicken Chorions und der engen Mikropylkanäle eine solche Bildung besonders erklärlich.

*) STRASSBURGER, Der Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen. Halle 1884.

In den Eiern von Sphinx ligustri sah ich nun meistens keine weiteren wichtigeren Veränderungen vor sich gehen; das Follikelepithel löst sich vom Chorion ab und seine Reste findet man als „Corpora lutea“ zwischen den Eiern im Eiergang, bis sie resorbirt werden. Von dem Auftreten des ersten Furchungskernes konnte ich leider niemals etwas entdecken.

Bei drei Eiern fanden sich in der unteren Schicht des Keimhautblastems eine grosse Anzahl dunkel gefärbter Körper, welche ich nur als Kerne ansehen kann (Fig. 80, Taf. VI). Eine Befruchtung war hier absolut ausgeschlossen, erstens weil das Follikelepithel das Ei noch rings umgab, zweitens aber weil das Thier, von dem die untersuchten Eier stammten, ein soeben ausgeschlüpftes Weibchen war, das noch niemals ein Männchen gesehen hatte. Ich kann also nicht umhin, diese Bildungen für parthenogenetische Furchungskerne zu halten. Der Eikern muss sich hier also in einem ziemlich frühen Stadium gefurcht haben. Wenn wir das annehmen, und es scheint mir nichts dagegen zu sprechen, so muss man natürlich daraus folgern, dass der erste Furchungskern auch schon sehr früh aufgetreten ist.

Er muss also schon bei allen Eiern so früh als solcher vorhanden sein und sich nur nicht nachweisen lassen, oder er muss bei einigen Eiern, welche vielleicht unter ganz besonderen Ernährungsbedingungen standen, viel früher als gewöhnlich aufgetreten sein und hier die Fähigkeit gehabt haben, sich ohne vorherige Conjugation mit einem Spermakern zu theilen. Diese letzte Ansicht würde etwa Weismann's Theorie über die Parthenogenese [178] entsprechen.

Noch einen wichtigen Umstand kann man aus dieser Beobachtung erschliessen, natürlich immer vorausgesetzt, dass wir es hier mit Parthenogenese zu thun haben. Alle Eier, sowohl die gewöhnlichen als auch die parthenogenetisch gefurchten, haben offenbar dieselben Reifungserscheinungen durchgemacht. Das lässt sich zwar nicht mit absoluter Bestimmtheit behaupten, aber es wäre doch äusserst sonderbar, wenn gerade bei drei Eiern einer Eiröhre der Ballenaustritt unterbliebe, während er bei sämmtlichen anderen Eiern stattfindet. Durch die Untersuchungen von Grobben bei Moina [68] und Cetochilus [69] und Weismann bei Polyphemus [173] ist es ja auch erwiesen, dass bei anderen parthenogenetischen Eiern die Reifung in der gleichen Weise wie bei den Eiern erfolgt, welche zur Entwickelung der Befruchtung bedürfen.

Die Thatsache, dass sich einige wenige Eier von Thieren, die

sonst der Befruchtung bedürfen, bisweilen wenigstens bis zu einer gewissen Stufe parthenogenetisch entwickeln können, ist schon durch manche anderen Arbeiten bekannt geworden. Ich erinnere an die Beobachtungen von LEUCKART am Froschei [98], OELLACHER am Hühnerei [121], HEUSMANN bei Säugethieren [76], JOURDAN am Ei von Bombyx mori [86], OSBORNE am Ei von Gastrophysa raphani [122] und so weiter.

Zygaena filipendulae.

Tafel VI, Fig. 81—88.

Die Wachsthums- und Reifungserscheinungen bei Zygaena schliessen sich sehr eng an die bei Sphinx an.

In den ganz jungen Eiern liegt das Keimbläschen an der für die Lepidopteren charakteristischen Stelle, ausserhalb der Längsaxe der Eiröhre dem Follikelepithel an. Später rückt es mehr axial, der späteren Mikropyle etwas näher. Figur 81 (Tafel VII) zeigt uns ein solches junges Ei. In der Nähe des Keimbläschens haben sich einige Dotterkörner gebildet, ganz ähnlich, wie wir es oben bei Pieris sahen. Die Grundsubstanz des Keimbläschens war fast homogen, bei Doppelfärbung leicht rosa mit einem Stich ins Violette gefärbt. Einen Nucleolus habe ich hier nicht gefunden, dagegen eine Menge von dunkelblauen Streifen, welche als Kerngerüst zu deuten sind. — Das Eiplasma war fein granulirt und dunkelblau gefärbt.

Das hier abgebildete Ei hat erst eine Länge von 46 μ und eine Breite von 80 μ, während das ovale Keimbläschen schon einen grössten Durchmesser von 28 μ hat. Letzteres wächst im Verhältniss zum Ei nur wenig mehr, das grösste Keimbläschen, das ich fand, hatte ca. einen grössten Durchmesser von 40 μ, während das Ei auf ca. 0,5mm Durchmesser heranwächst.

In einem etwas älteren Ei, in welchem dasselbe eine Länge von 0,22mm hat, beginnt schon mächtig der „Ballenaustritt". Figur 82, Tafel VII zeigt ein solches Keimbläschen. Das ganze Ei ist gleichmässig mit Dotterballen erfüllt, nur an der Peripherie zeigt sich ein sehr schmaler Saum, der aus dotterfreiem, körnigem Protoplasma besteht.

Das Keimbläschen ist an der einen Seite, welche dem Eicentrum zugekehrt ist, vollkommen scharf gegen den Dotter abgegränzt. An der entgegengesetzten Seite jedoch fehlt diese scharfe Contour, es ist eingebuchtet und in der Bucht liegen eine Menge verschieden grosser Ballen, welche absolut dieselbe Farbe haben, wie die

Substanz des Keimbläschens. Es macht sogar ganz den Eindruck, als ob die Ballen noch im Keimbläschen lägen und nur in die Substanz des letzteren feine Züge von einer feinkörnigen bräunlichen Masse eingedrungen wären. Jedenfalls kann man zwischen dem Keimbläschen und der Ballenmasse keine ganz scharfe Begrenzung nachweisen. Das eine mit Meyer's alkoholischem Carmin gefärbte Präparat könnte allein schon beweisend sein für den Austritt der Ballen aus dem Keimbläschen. Ein schwach gefärbter Nucleolus ist hier sichtbar.

Figur 83 Tafel VII zeigt ein Keimbläschen auf ungefähr demselben Entwickelungszustande wie das soeben beschriebene. Das eingebuchtete Keimbläschen mit seinem fein granulirten Inhalt und seinem schwachen Nucleolus, ist hier völlig scharf nach allen Seiten begrenzt. An einer Stelle bei *a* scheint sich noch ein Ballen abschnüren zu wollen. Die Ballen, welche oberhalb des Keimbläschens liegen, haben noch ganz dieselbe Farbe, wie das letztere, nämlich hellroth; unterhalb findet man jedoch auch noch eine Anzahl von Ballen, welche offenbar denselben Ursprung wie jene haben, welche aber bedeutend blasser sind und je mehr sie vom Keimbläschen entfernt liegen, desto mehr ihre scharfe Begrenzung verlieren. Ich kann dies Bild nicht anders deuten, als dass diese Ballen sich allmählich auflösen und vom Ei resorbirt werden; bei *x* sieht man noch ihre letzten schwachen Reste. Die helle Stelle im Präparat unterhalb des Keimbläschens ist ein künstlicher Riss, der durch das Schneiden entstanden ist.

In diesem Stadium des Ballenaustritts scheint das Ei längere Zeit zu bleiben. Bei einem Ei von 0,46 mm Länge und 0,35 mm Breite fand ich das Keimbläschen noch sanft eingebuchtet und in der Bucht lagen noch die in Auflösung begriffenen letzten Ballen (Figur 84 Tafel VII). Sonst war an diesem Ei nichts auffallendes zu bemerken; die Nährzellen waren schon fast resorbirt, an ihrer Stelle fand sich nur noch etwas Zelldetritus, das das Ansehen einer fettigen Degeneration hatte.

Von jetzt an erfolgt während des Verschwindens des Keimbläschens, das ich Schritt für Schritt verfolgen konnte, auch eine Veränderung im Einhalt. Ursprünglich ging der Dotter gleichmässig bis auf eine sehr feine Schicht peripheren Plasmas bis an das Follikelepithel heran. Allmählich treten nun einige Randzonen auf. Die äusserste Schicht ist eine völlig hyaline, etwas rosa gefärbte Masse, welche oft eine etwas streifige Schichtung zeigte (Fig. 85—88, *h*).

Ich bin sehr geneigt, diese Schicht für ein Kunstprodukt zu halten, welches durch die Einwirkung des kalten Sublimats auf das Ei entstanden ist. Der Einhalt hat sich stark contrahirt und eine Flüssigkeit aus sich herausgepresst, welche nun auf der Oberfläche des Dotters geronnen ist. Es wäre ja auch noch möglich, dass diese Schicht eine sehr stark gequollene Dotterhaut darstellt; doch ist hieran wohl kaum zu denken. Ich glaube aber nicht, dass der Austritt dieser Masse die Bilder so beeinträchtigt hat, dass man sie nicht mehr zu sicheren Deutungen benützen könnte. Sonst sehen die Eier nämlich, abgesehen von einigen Schrumpfungserscheinungen, ganz normal aus.

Auf diese hyaline Schicht folgt eine Zone, welche auf den Präparaten, welche mit Pikrocarmin-Haematoxylin gefärbt sind, eine gelblich-braune Farbe und eine körnige Structur zeigt. In der Gegend, wo später die Mikropyle des Eies auftritt, ist die hyaline Schicht (*h*) nicht vorhanden, die braune reicht unmittelbar an das Follikelepithel heran. Das Keimbläschen liegt hart an der braunen Schicht, etwas gegen dieselbe abgeplattet. Wir haben diese braune Schicht als Keimhautblastem anzusehen. Sie ist deshalb in den Fig. 85—88 mit *bl* bezeichnet.

Gehen wir jetzt zu den Veränderungen des Keimbläschens über. Fig. 85, Taf. VII zeigt uns dasselbe völlig scharf begrenzt. Gegen die Eiperipherie ist es weniger convex als gegen das Centrum des Eies. Sein Inhalt ist fein granulirt und zeigt noch dieselbe Färbung wie in den jüngeren Stadien. Ausser dem Keimfleck, in welchem sich zwei Vacuolen finden, ist noch ein kleinerer Nucleolus vorhanden, der sich wohl von dem grossen abgelöst zu haben scheint.

Das nächste Ei, dessen Keimbläschen in Fig. 86, Taf. VII abgebildet ist, zeigt schon bedeutende Veränderungen. Das Plasma ist noch dasselbe geblieben, der Nucleolus aber ist in eine Menge von winzigen Körnchen zerfallen, welche an einer Stelle ungefähr im Centrum des Keimbläschens liegen. Die Begrenzung des letzteren ist gegen das Eicentrum noch vollkommen scharf, während sie gegen die Peripherie schon sehr undeutlich geworden ist. Zwar lässt sie sich noch erkennen, aber es macht den Eindruck, als ob das Kernplasma dort allmählich körniger würde oder als ob Körnchen aus dem Eiplasma in dasselbe hineindrängen.

Dieser Prozess ist nun in Fig. 87 noch weiter fortgeschritten. Von den Resten des Nucleolus ist nichts mehr vorhanden, sie haben sich aufgelöst. Die untere Begrenzung des Keimbläschens ist noch

scharf, es sind nur einige Dottermolekel durch das Schneiden über die Grenze gerissen worden. Am oberen Rande aber ist schon ein weit grösseres Stück des Keimbläschens körnig geworden.

Der letzte „Rest" des Keimbläschens, den ich auffinden konnte, ist endlich in Fig. 88, Taf. VII dargestellt. Bei diesem Ei fand sich zuerst der Anfang einer Chorionbildung (*ch*). An derselben Stelle des Eies, wo ich die früheren Stadien des Keimbläschens gefunden hatte, war ein etwas hellerer unregelmässig ovaler Fleck zu sehen. Derselbe war um ziemlich viel kleiner als die früher beobachteten Keimbläschen, seine Contour war ganz verschwommen und der Inhalt bestand aus sehr feinen Körnchen, ganz ebenso wie ich das weiter oben für das letzte beobachtete Stadium von Sphinx beschrieben habe. Hier bei Zygaena ist aber der Vorgang noch bedeutend weiter gegangen, indem an der Peripherie des Keimbläschens Dotterkörnchen zwischen die Kernsubstanz und auch vielleicht letztere zwischen die Dottermasse gedrungen ist. Wenigstens kann ich mir so den geringeren Umfang des Gebildes bei der grossen Verschwommenheit der Contour am besten erklären.

Es liegt ziemlich nahe, den Schwund des Keimbläschens mit dem Auftreten des Chorions in Verbindung zu bringen. Sobald durch Bildung des letzteren der Nahrungszufluss zum Ei aufhört, muss das Keimbläschen sich amoeboid oder sonst irgendwie im Dotter vertheilen.

Im nächsten Ei liess sich schon keine Spur eines Kernes mehr nachweisen. Es ist ja auch klar, dass man die ungefärbten Partikel der Kernsubstanz zwischen den Dotterkugeln nicht auffinden kann.

Das Wiederentstehen des unsichtbar gewordenen Kernes konnte ich leider nicht beobachten.

Wenn ich nun noch einmal die Vorgänge bei den Lepidopteren zusammenfassen darf, so sind dieselben kurz die Folgenden:

1. Bei ganz jungen Eiern liegt das Keimbläschen schon an der Peripherie, an der Stelle, wo die obere Follikelwand mit der seitlichen zusammenstösst. Später rückt es etwas mehr gegen die Stelle der Mikropyle.

2. Die Dotterabscheidung geschieht schon sehr früh und zwar stets zuerst in der unmittelbaren Nähe des Keimbläschens.

3. Das Keimbläschen buchtet sich an der peripheren Seite ein und scheidet eine Anzahl von Ballen aus, welche vom Ei resorbirt werden.

4. Nach dem Ballenaustritt rundet es sich wieder ab. Sein Nucleolus schwindet. Das Kernplasma wird „körnig".

5. Die Contour des Keimbläschens schwindet, wenigstens bei Zygaena, zuerst an der peripheren Seite. Allmählich wird das ganze Keimbläschen undeutlich und lässt sich endlich nicht mehr nachweisen.

Musca vomitoria.

Tafel VII. Fig. 89—112.

Die Entwickelung der Eier von Musca habe ich am genauesten von allen Formen untersucht, theils weil das Material leicht in Menge zu bekommen ist, theils weil sich mit ihnen gut experimentiren lässt. Dadurch, dass sich in jeder Eiröhre nur ein ziemlich entwickeltes und 1—2 ganz unentwickelte Eier befinden, ist das Material allerdings weniger als anderes geeignet, doch lässt sich das Stadium, mit welchem man es gerade zu thun hat, desto besser studiren, weil alle Eier desselben Individuums nahezu auf derselben Entwickelungsstufe stehen, man erhält dann stets eine Menge Schnitte durch dasselbe Stadium und kann so sicherer gehen, das Keimbläschen nicht zu übersehen. Ein Fehler ist freilich noch, dass man eben enorm viel schneiden muss, da man den Eiern von aussen gewöhnlich nicht ansehen kann, auf welcher Entwickelungsstufe sie sich befinden. So kam es denn, dass ich durch Fliegeneier mehrere Tausend Schnitte machen musste, um eine zusammenhängende Reihe von Stadien zu erhalten.

Wenn eine ältere Fliege alle fertig entwickelten Eier abgelegt hat, so sind die Ovarien auf ein Minimum zusammengeschrumpft, jede Eiröhre besteht dann aus einer grösseren und einer kleineren Kugel, an welche sich der Endfaden schliesst. In jeder dieser Kugeln liegen einige Nährzellen und am unteren Pol eine Zelle, die sich durch ihren völlig hyalinen Kern und ihren einzigen Nucleolus als junge Eizelle dokumentirt. Umgeben wird dies ganze Fach von einer vollkommenen gleichmässigen Lage von Follikelepithel. Die Kerne der Nährzellen zeichnen sich wie überall so auch hier durch ihr deutliches Kernnetz und ihre vielen kleinen Nucleolen aus.

Die Eizelle zeigt uns ein vollkommen homogenes Plasma, welches sich mit Haematoxylin färbt. Das scharf begränzte, nahezu kugelrunde, 12 μ grosse Keimbläschen nimmt mit Haematoxylin keine Farbe an, wird dagegen durch Pikrocarmin und andere Carmine blassrosa gefärbt. Spuren eines Kerngerüstes lassen sich gut er-

kennen. Ein runder, blau gefärbter Nucleolus ist excentrisch gelagert. Eine solche ganz junge Eizelle ist in Figur 89, Tafel VII abgebildet.

Figur 90 zeigt uns nun bei schwacher Vergrösserung ein etwas weiter fortgeschrittenes Ei. Das Keimbläschen, welches im vorigen Stadium noch im Centrum der Eizelle lag, ist hier an die Peripherie gerückt und liegt an derselben Stelle, wo wir es bei den Lepidopteren immer beobachtet haben. Hier bleibt es auch lange Zeit liegen, um später wieder etwas an der Seitenwand des Eies herunterzurücken, wie wir es in Figur 96 sehen. In diesem Ei ist schon ziemlich viel Dotter abgeschieden.

Wenn das Ei nun noch um Weniges gewachsen ist, so beginnt am Keimbläschen derselbe Ballenaustritt, wie wir ihn schon von manchen Formen kennen. Hier auf diesem Stadium, das bei schwacher Vergrösserung Figur 91 abgebildet ist, ist auch die Masse der Nährzellen bedeutend herangewachsen. Das Follikelepithel, welches dieselbe ursprünglich gleichmässig wie das Ei bedeckte, ist jetzt hier sehr dünn geworden und hat sich ausserdem noch zwischen Eizelle und Nährzellen geschoben. Ungefähr von diesem Stadium an beginnen die Nährzellen allmählich etwas zu schwinden. In der nächsten Zeit scheinen sie einen sehr bedeutenden Antheil am Aufbau des Eies zu nehmen. Wenn man die ganze Masse von Eizelle und Nährzellen in Figur 91 mit derselben Masse in Figur 96 vergleicht, so kommt man auf die Vermuthung, dass in dieser Zeit durch das Follikelepithel wahrscheinlich nicht viel Nahrung dem Ei zugeführt ist. — Das Ei ist hier schon bis auf einen kleinen Plasmazapfen in der Nähe der Nährzellen von Dotterpartikeln angefüllt.

Das Keimbläschen ist an seiner einen Seite abgeplattet oder eingedrückt und zeigt dort eine Anzahl von homogenen Ballen. Die Figuren 92 und 93 auf Tafel VII sind nach Präparaten gezeichnet, welche in 3 %iger Salpetersäure conservirt sind. Das Keimbläschen erhält sich dabei vorzüglich und zeigt eine etwas stärker granulirte Grundsubstanz als bei Sublimatbehandlung. In diese Grundsubstanz sind eine Anzahl von Paranucleolen und ein Nucleolus eingelagert, von welchen letzterer aus einem Häufchen von kleinen, stark gefärbten Kügelchen besteht. (Fig. 92, 93.) In Figur 92 hat das Keimbläschen an einer Stelle bei *a* eine Ausbuchtung, welche man wohl als beginnende Abschnürung eines Ballens deuten könnte.

Die Ballen färben sich bei dieser Conservirung mit Haematoxylin ziemlich intensiv, doch ist wohl kein Zweifel möglich, dass sie mit den früher beschriebenen identisch sind. — Das Plasma des Eies

sowie das der Nährzellen wird durch die Salpetersäure oft etwas verändert, indem sich grosse Lücken und Blasen in demselben bilden.

Der Austritt dieser Ballen dauert eine Zeit lang fort, ich habe sie noch bei 0,48 mm langen Eiern aufgefunden. Doch findet man bei dieser Grösse auch schon Eier, bei welchen die Ballen verschwunden sind und das Keimbläschen wieder seine runde Gestalt angenommen hat. Ein solches Keimbläschen durch Sublimatbehandlung zeigt uns Figur 94. Wir können den aus Körnchen bestehenden Nucleolus, sowie die Paranucleolen ebenso wie bei dem vorigen Stadium constatiren. Es ist aber wieder kugelrund geworden und liegt nicht mehr ganz hart der Eiperipherie an. Eine Dotterhaut ist hier schon gebildet, welche sich mit Carmin intensiv färbt.

Wenn man die Ovarien nicht vorsichtig herauspräparirt, sondern etwas drückt, so gleiten leicht die Nährzellkerne mit einem Theil ihres Plasmas in das Ei hinein, so dass es auf Querschnitten (Figur 95 Tafel VII) fast aussieht, als hätte man es hier mit zwei Kernen im Ei zu thun. WEISMANN hat dasselbe schon früher bei Musca ebenfalls beobachtet.

Wirkliche zwei Keimbläschen habe ich auf meinen sehr zahlreichen Schnitten niemals gefunden.

Nachdem die Ballen ausgetreten und das Keimbläschen wieder seine runde Gestalt angenommen hat, fängt dasselbe an, an der Seitenwand des Eies herabzuwandern, bis es etwa ein Sechstel der Eilänge durchmessen hat (Fig. 96, Taf. VII). Die Nährzellen sind hier bis auf einen kleinen Detritusrest resorbirt. An der ganzen Peripherie des Eies hat sich schon auf diesem Stadium eine dotterfreie Schicht ausgebildet, das „Keimhautblastem". Die dunkel gefärbte Dotterhaut ist auch hier wieder deutlich zu erkennen (Fig. 97, *dh.*). Das Follikelepithel ist stark abgeplattet, seine Zellgrenzen sind ziemlich verschwommen.

Das Keimbläschen, welches in Fig. 97, Taf. VII stark vergrössert ist, ist ringsum vollständig scharf contourirt. Es liegt hart der Dotterhaut an und ist gegen dieselbe etwas abgeplattet. Diese Abplattung hat aber mit der früher geschilderten, welche bei dem Austritt der Ballen stattfindet, absolut nichts zu thun, denn bei Eiern dieser Grösse sieht man niemals auch nur eine Spur von Ballen oder deren Resten. Die Grundsubstanz des Keimbläschens erscheint bei Sublimatbehandlung vollkommen homogen, bei Conservirung mit Salpetersäure ist sie etwas granulirt. Der Nucleolus ist noch vorhanden, wenn auch schwach gefärbt, während von den Paranucleolen nichts mehr zu sehen ist.

Das Ei nimmt nun allmählich an Grösse zu. Das Keimbläschen habe ich stets an derselben Stelle in dem oben beschriebenen Zustand liegen sehen oder ich habe es überhaupt nicht mehr auffinden können. In letzteren Fällen war stets schon der Anfang eines Chorions gebildet. Nur in einem Ei fand ich das Keimbläschen in derselben Höhe wie früher, aber etwas gegen das Innere des Eies gerückt (Fig. 98, Taf. VII). Auch hier zeigte sich die erste Spur eines Chorions.

Fig. 99 zeigt dieses Keimbläschen bei stärkerer Vergrösserung. Von einer Membran oder einer scharfen Begrenzung ist nichts mehr zu sehen. Man sieht zwar noch deutlich, wie das Kernplasma gegen das Plasma des „Keimhautblastems“ und gegen den Dotter deutlich geschieden ist, aber von einer Contour ist nicht mehr die Rede. Man glaubt deutlich zu bemerken, wie das Kernplasma vom Rande aus seine Structur verändert. Die ganze periphere Schicht des „Eikerns“ ist nämlich dunkler als der centrale Theil, der seine ursprüngliche Structur noch beibehalten hat, und lässt sich nur durch seine feinere Granulirung vom Eiplasma unterscheiden. Der Nucleolus ist im Centrum des Kerns noch vorhanden.

Man kann sich ganz gut vorstellen, wie der Kern so allmählich undeutlich wird, und wie dann die Dotterkörner in denselben hineindringen können, besonders wenn man die Verhältnisse in Betracht zieht, wie ich sie weiter oben bei Sphinx und Zygaena geschildert habe. Dass man den so unsichtbar gewordenen Kern nicht in den Eiern älterer Stadien nachweisen kann, ist wohl selbstverständlich, denn der Nucleolus wird sich, wie ich fast bestimmt voraussagen möchte, auch noch sehr bald auflösen.

Eine geraume Zeit lang bleibt jetzt das Ei in dem geschilderten Zustand, d. h. kernlos oder wenigstens ohne jeden nachweisbaren Kern. Es wächst dabei noch etwas heran, besonders in die Länge, wie man durch Vergleich der Fig. 98 und 100 sehen kann. Das Chorion verstärkt sich und tritt auch allmählich am oberen Pol auf, wo das Ei sich zuletzt schliesst. Zuerst ist es eine homogene Cuticula, auf welcher aber bald die spezifische Structur zu sehen ist, nämlich von der Fläche feine Punkte und im Durchschnitt eine zarte Strichelung. Die Mikropyle bildet sich ziemlich zuletzt.

Die Membrana vitellina umgiebt das ganze Ei, dieselbe färbt sich mit Carmin sehr intensiv, wie oben schon erwähnt wurde, ebenso nimmt sie sehr stark Saffraninfärbung an (Fig. 103), während sie durch Haematoxylin völlig ungefärbt bleibt.

Um diese Zeit tritt an der späteren Mikropyle eine eigenartige Bildung auf. Es bildet sich dort, hart der Dotterhaut anliegend, ein halbkugelförmiger Fleck, der sich stets scharf von der Dotterhaut absetzt. Man könnte leicht auf den Gedanken kommen, dass man es hier mit dem wiedererscheinenden Eikern zu thun hätte. Bei genauerer Prüfung zeigt sich aber, dass es sich hier offenbar um ein Gebilde handelt, was mit der Dotterhaut eine gewisse Aehnlichkeit hat. Es färbt sich nämlich fast stets genau wie diese, wie die Fig. 101—103 zeigen. Dass es aber doch zu der Dotterhaut nicht in unmittelbarer Beziehung steht, beweist erstens, dass es stets scharf gegen dieselbe abgesetzt ist, und zweitens, dass es mit Carmin sich etwas heller als die Dotterhaut färbt. Ich glaube, dass es sich hier um ein Secret des Eiplasmas oder um Veränderung eines Theils desselben handelt und dass dies Gebilde dieselbe Funktion hat, wie die Substanz an der Mikropyle von Sphinx ligustri, d. h. dass sie das Spermatozoon anlocken soll.

Das Blastem ist hier schon vollständig ausgebildet, es ist eine ungefähr 8—10 μ breite Zone von völlig dotterfreiem Plasma. Dieselbe färbt sich mit Haematoxylin bedeutend stärker als mit Carmin (cf. Fig. 101 und 102).

In diesem Stadium fand ich bei fast allen Eiern eines einzigen Individuums am oberen Pol zwei oder mehrere helle verschwommene Flecken, die ich nur als Kerne deuten kann. In Fig. 104 und 105 habe ich zwei Schnitte durch den oberen Pol solcher Eier abgebildet. Die Gebilde gleichen auffallend dem im Verschwinden begriffenen Eikern in Fig. 99, nur sind sie halb so gross oder noch etwas kleiner. Die Anzahl der so aufgefundenen Kerne schwankt zwischen 2 und 4. Es scheint mir höchst wahrscheinlich, dass es sich hier um die ersten Furchungskerne handelt. Befruchtung ist ganz ausgeschlossen, weil die ganzen Eier noch vom Follikelepithel dicht umgeben waren und ja ausserdem die Mikropyle, welche noch nicht einmal gebildet war, am oberen Eipol, also dem Receptaculum seminis abgewendet liegt. Diese Kerne liegen in der obersten Schicht des Dotters, an der Grenze des Keimhautblastems, ganz ähnlich wie wir später auch die ersten Furchungskerne des abgelegten Eies finden werden. — Ich zweifle nun nicht, dass wir hier wieder eine parthenogenetische Furchung vor uns haben, die, ebenso wie bei Sphinx ligustri, schon auf einem ziemlich jungen Entwicklungsstadium des Eies auftritt. Wie weit sich diese parthenogenetische Entwickelung fortgesetzt hätte, lässt

sich natürlich nicht behaupten. Sehr merkwürdig ist gewiss, dass ich, trotzdem ich gerade aus diesem Stadium ausserordentlich viele Eier untersucht habe, nur bei diesem einzigen Individuum solche Kerne gefunden habe.

Es lässt sich daraus wohl vermuthen, dass das Auftreten dieser Parthenogenese von der Constitution des betreffenden Individuums abhängt.

Die Parthenogenese ist, wie Weismann in seinen Daphniden-Arbeiten [170] und erst neuerdings wieder in seiner „Continuität des Keimplasmas“ [173] nachgewiesen hat, nichts ursprüngliches, es ist vielmehr eine Einrichtung, wie sie für gewisse Thiere in gewissen Zeiten vortheilhaft ist.

Man kann nun an diesem Beispiel sehen, wie bei einzelnen Individuen einer Art, die sich geschlechtlich fortpflanzt, Parthenogenese auftreten kann. Wenn diese nun für die Art günstig ist, so kann man sich denken, dass die parthenogenetisch sich fortpflanzenden Individuen im Kampf ums Dasein ganz allmählich den Sieg davon trugen und so durch Naturzüchtung die Parthenogenese bei der ganzen Art auftrat.

Um nun den Furchungskern zu bekommen, liess ich die Fliegen ihre Eier auf Fleisch ablegen und tödtete letztere sogleich durch heissen Alkohol von 30% oder durch Flemming'sche Lösung (Chrom-Essig-Osmiumsäure). Aber stets fanden sich beim Schneiden schon eine grosse Anzahl von Furchungskernen. Ja bisweilen waren fast vollkommen entwickelte Thiere in den Eiern enthalten; einmal platzte sogar gleich nach der Ablage eine Eihülle und es kroch eine kleine Larve heraus, die vollkommen ausgebildet war. Es ist gewiss sehr merkwürdig, dass der Instinkt die Thiere abhält, die fertigen Eier abzulegen, wenn sie kein Fleisch haben. Die Thiere wissen es ja natürlich nicht, dass ihre Larven ohne Fleisch nicht fortkommen können; wir müssen eben annehmen, dass die Eiablage nur geschieht, wenn das Thier von aussen einen Reiz durch den Anblick oder den Geruch des faulen Fleisches bekommt*). Diese Thatsache ist übrigens schon vielfach beobachtet.

Wie schnell die Bildung der ersten Embryonal-Kerne vor sich gehen muss, davon konnte ich mich einmal überzeugen. Ich liess eine Fliege eine grosse Anzahl von Eiern ablegen, bis ich meinte, dass nun alle entwickelten aus dem Thiere entfernt sein müssten.

*) cf. Weismann: Continuität des Keimplasmas pag. 101, wo er über den Instinkt der Bienenkönigin bei der Eiablage spricht.

Das Thier ward nun möglichst schnell getödtet und geöffnet. In dem einen Ovarium fanden sich gar keine Eier mehr, in dem anderen waren noch vier vorhanden. Aber sämmtliche von diesen vier letzten Eiern hatten schon eine grosse Anzahl von Embryonal-Kernen, trotzdem sie vor ganz kurzer Zeit noch in der Eiröhre gesessen haben mussten. Zwei der Eier waren erst in den Oviduct gelangt und zwei waren noch im Eierkelch.

Unter sehr vielen frisch abgelegten Eiern fand ich nun zwei, welche auf Schnitten am oberen Eipol nicht weit von der Mikropyle entfernt, ein Gebilde zeigten, das ich als den wiederaufgetretenen Eikern oder den Furchungskern betrachten muss. Figur 106 lässt uns die Lage dieses Gebildes (*k*) im Ei sehen. Wenn man diese Figur mit Figur 98 vergleicht, wo ich zum letzten Mal den Kern beobachtet habe, so kann man sich leicht vorstellen, dass während der ganzen Zeit, welche zwischen beiden Entwickelungsstadien liegt, der Kern diesen Weg zurückgelegt hat, besonders, weil er in Figur 98 schon ein klein wenig von der Dotterhaut, an der er früher eng anlag, fortgerückt ist. Ein weiterer Grund, diesen hellen Fleck für den Eikern zu halten, ist der, dass, wie wir weiter unten sehen werden, die ersten Furchungskerne in derselben Zone des Eies liegen (cf. Fig. 109).

Gehen wir jetzt zur genaueren Betrachung der beiden beobachteten Gebilde über. Figur 107 zeigt das obere Ende des einen Eies im Schnitt. Wir sehen daran das Chorion (*ch*), die Dotterhaut (*dh*), die Mikropyle (*m*) und das Keimhautblastem (*bl*). Mitten in der Dottermasse findet sich ein dotterfreier Fleck (*k*), derselbe ist in seinem Centrum bedeutend heller als an der Peripherie. Von dem umgebenden Eiplasma und den Dotterkugeln ist der Fleck nicht deutlich abgesetzt, er scheint allmählich in die Eisubstanz überzugehen. — Fast in der Medianebene des Eies unterhalb der Mikropyle (*m*) geht von dem Keimhautblastem ein Zapfen (α) in den Dotter hinein, welcher gänzlich von Dotterkörnern frei ist. Sein Plasma scheint mit dem des Blastems, der Farbenreaction nach zu urtheilen, völlig übereinzustimmen. Ein färbbares Gebilde konnte ich leider in diesem Zapfen nicht nachweisen, bin jedoch der Lage desselben wegen geneigt, ihn als den Plasmahof zu halten, in welchem ein Spermakern zum Eikern zu wandern im Begriff war. (Leider ist mir durch eine Unvorsichtigkeit dies Präparat nachträglich verunglückt).

In dem anderen Ei (Figur 108, Tafel VII) war ein Plasmafortsatz, wie der eben beschriebene nicht vorhanden. An einer ganz

homologen Stelle wie im vorigen Ei, nur ein klein wenig mehr an der Oberfläche, fand sich ebenfalls ein heller, dotterloser Fleck. Derselbe war in seinem oberen Theile von eben solcher Structur wie der des anderen Eies. Durch seine Grösse unterschied er sich jedoch von jenem, indem er fast doppelt so gross war. Man könnte sogar meinen, dass er aus zwei zusammen fliessenden Gebilden bestände, doch ist eine solche Deutung wohl etwas zu gewagt. Von diesem hellen verschwommenen Fleck aus zieht sich schräge gegen das Centrum des Eies ein scharf begränzter Streifen (β), welcher mit einer keulenförmigen Anschwellung endet. Derselbe besteht aus hellem, fein granulirtem Plasma, das mit dem hellen Plasma des Fleckes (*k*) identisch zu sein scheint. Begränzt ist der Streifen mit seiner Anschwellung von feinen punktförmigen, dunkelgefärbten Körnchen. Die Dotterkörner reichen meistens nicht ganz an dies Gebilde heran, es ist von Eiplasma umgeben. — Dass es sich hier nicht um ein Kunstproduct handelt, davon habe ich mich mit stärkster Oelimmersion überzeugt, alles liegt im selben Niveau und nirgends ist eine Lücke, etwa durch Ausfallen einiger Dotterkörner vorhanden. Zu erwähnen ist noch, dass hier von der Bildung an der Mikropyle nichts mehr zu sehen ist.

Man könnte nun einwerfen, dass wir es hier mit keinen Kernen zu thun haben, weil sich nichts in ihnen färbt. Mit dem Begriff eines Kernes verbindet man unwillkürlich den des Chromatins. Aber färbt sich denn etwa in dem Keimbläschen, wie wir es zuletzt mit verwaschener Contour gesehen haben, etwas ausser dem ganz winzigen Nucleolus? Dass letzterer kein integrirender Bestandtheil des Keimbläschens oder Eikerns ist, habe ich schon weiter oben bei mehreren Formen gezeigt. Ich glaube, dass dieser Einwurf nicht stichhaltig ist. — Wie ich oben gezeigt, macht auch die Lage dieses Gebildes die Deutung desselben als Eikern oder Furchungskern wahrscheinlich.

Der Eikern, der ja für einige Zeit unsern Blicken entzogen war, tritt also hier in ganz ähnlicher Form wieder auf, wie er verschwand.

Wenn wir diesen Umstand und ausserdem die Thatsache, dass bei einem Individuum schon bedeutend früher auf parthenogenetischem Wege Kerne auftraten, welche natürlich durch Theilung des Eikerns entstanden waren, in Betracht ziehen, so dürfen wir wohl mit Recht annehmen, dass eine Continuität zwischen dem Keimbläschen und dem Eikern, respective den ersten Embryonalkernen, besteht. Der Kern wird nur auf eine gewisse Zeit für uns nicht

nachweisbar, weil er seine Structur verändert, so dass wahrscheinlich Dotterelemente in ihn eindringen können, oder weil er sehr stark amoeboid zerfliesst. Was von beiden Möglichkeiten der Fall ist, kann man natürlich schwer nachweisen, im Grunde genommen laufen aber beide auf dasselbe hinaus.

Ich möchte hier noch einige Beobachtungen über die ersten Embryonalkerne anschliessen. Wie ich schon weiter oben andeutete, müssen die ersten Theilungen ausserordentlich rasch vor sich gehen. Man findet stets schon eine ganze Anzahl von Kernen in der oberflächlichen Schicht des Dotters, unter dem Blastoderm liegen. Dieselben sind immer nur in dieser Schicht, niemals im Innern des Dotters vorhanden*). Bei schwächerer Vergrösserung machen sie den Eindruck von hellen Flecken, wie in Figur 109 zu sehen ist. Am vorderen Eipol treten die Kerne zuerst auf und verbreiten sich von dort aus in einer Schicht über das ganze Ei.

Am vorderen Pol fand ich ungefähr in der Eiaxe einen sehr grossen Kern, auf diesen folgten vier etwas kleinere und an diese schlossen sich immer kleinere, wie dies Figur 109 zeigt. Der vordere grosse Kern ist vielleicht mit dem „vorderen Polkern," wie WEISMANN ihn bei den Gallwespen fand [171], zu identificiren (?). Wenn man diese Embryonalkerne bei stärkerer Vergrösserung ansieht (Fig. 110) so findet man, dass sie scharf begränzt sind und aus einer hellen Kerngrundsubstanz mit zahlreichen, eingestreuten chromatischen Partikeln bestehen. Diese Chromatintheile sind aber keine scharf begränzte Körnchen, Schleifen oder Fäden sondern mehr wolkenartige Gebilde, in welchen oft ein noch dunkler, aber auch nicht scharf begränzter Fleck liegt.

Ausserordentlich bemerkenswerth scheint mir, dass ich hier trotz der rapiden Vermehrung, niemals karyokinetische Figuren sah, auch nicht bei Behandlung mit FLEMMING'scher Lösung und Saffraninfärbung. Man findet, wie Figur 110 (Tafel VIII) zeigt, alle Uebergänge zwischen einem einfachen, grossen und zwei, dicht an einander liegenden kleineren Kernen, aber niemals eine Andeutung von Kernschleifen oder dergleichen. Einen solchen in Theilung begriffenen Kern habe ich nochmals bei stärkster Oelimmersion möglichst genau in Figur 111 gezeichnet um zu zeigen, dass hier von regelmässigen

*) KOWALEVSKY (Zur embryonalen Entwickelung der Musciden. Biol. Centralbl. VI 1886, p. 49.) sah am oberen Pol die beiden ersten Furchungskerne, an der Stelle wo ich den Eikern fand. Er behauptet aber, dass sich später zuerst im Innern des Eies die Kerne vermehren und dann an die Oberfläche rücken.

Schleifen durchaus nicht die Rede ist. Es macht ganz den Eindruck, als ob der Kern sich hier amoeboid auseinanderzöge und sich auf diese Weise theilt, ohne vorher eine solche complicirte Anordnung seiner Bestandtheile vorzunehmen, wie wir es bei der Karyokinese kennen.

Weismann beobachtete bei den Gallwespen [171] auch am lebenden Ei, dass ein Kern sich sehr stark amoeboid bewegte und sich allmälich in zwei neue Kerne auseinanderzog. Will [177] und Brass [41] konnten in den ersten Embryonalkernen von Aphiden ebenfalls keine Kernfiguren beobachten. Bütschli [43] dagegen zeichnet eine Art von karyokinetischer Figur. Richtige Karyokinese ist überhaupt, soviel ich in der Literatur finden konnte, bei Insekten noch sehr wenig beobachtet. Balbiani [10] beschreibt Kerntheilungen bei frischen Kernen im Ovarialepithel von Stenobothrus pratorum. Ebenso theilen uns Bütschli [43 pg. 38. 49] und Mayzel [109] Beobachtungen über indirecte Kerntheilungen bei Insekten mit. Ferner giebt Korschelt [93] an, dass er im Endfach verschiedener Insektenovarien deutliche Kerntheilungsfiguren gefunden habe und endlich spricht Blochmann [33] in einer Mittheilung von einer Kernspindel am oberen Pol von Ameiseneiern. Da letztere Mittheilung aber schon im Mai 1884 veröffentlicht wurde und bis jetzt noch keine weitere Arbeit Blochmann's über diesen Gegenstand erschienen ist, so weiss ich nicht, ob die Beobachtung so ganz sicher ist. — Hier, bei den ersten Embryonalkernen der Fliege konnte ich jedenfalls auch bei Behandlung mit Flemming's Lösung keine Karyokinese nachweisen. Sollte das wohl mit der rapiden Vermehrung in Beziehung stehen?

Meinen sehr lückenhaften Beobachtungen über die ersten Embryonalkerne möchte ich gerne noch eine hinzufügen, die sich auf das Emporsteigen der eben beschriebenen Kerne in das Blastem bezieht. Fig. 112 zeigt uns einen Schnitt vom Rande der hintern Eihälfte. Man sieht dort deutlich, wie sich die Kerne, in welchen sich das Chromatin schon etwas vermehrt hat, amoeboid in die Länge gestreckt haben und offenbar auf der Wanderung nach dem Keimhautblastem begriffen sind. Sie nehmen dabei oft ganz bizarre unregelmässige Formen an, sind aber stets scharf von dem umgebenden Eiplasma abgegrenzt. Einige der Kerne (Fig. 112, *a*) scheinen schon etwas wieder zur Ruhe gekommen sein, sie liegen mehr an der Oberfläche als die anderen und haben nicht mehr die langgestreckte Gestalt, sondern sind mehr zusammengezogen, wenn auch immer noch amoeboid. Das Chromatin, welches bei den langen

Kernen mehr in grossen Brocken vorkommt, zeigt sich uns hier in viel kleineren Partikeln.

Ausser den eben beschriebenen Kernen sind in den Schnitt Fig. 112 noch eine grössere Anzahl kleinerer sichtbar (β), welche scharf begrenzt sind und aus einer hellen Kernsubstanz mit centralem Chromatinkörper bestehen. Ueber den Ursprung und das Schicksal weiss ich nichts anzugeben.

Während alle diese Kerne schon im Ei, gewissermassen als „inneres Blastoderm" vorhanden sind, habe ich von den „Polzellen" noch nichts wahrnehmen können. Es ist dies vielleicht wichtig für die Beurtheilung der Bedeutung derselben. Man hat sie vielfach als ganz früh sich aus den ersten Embryonalkernen abspaltend betrachtet und deshalb gemeint, dass die Substanz derselben noch ziemlich der des Eikerns ähnlich sein müsste (WEISMANN [172 a] und BALBIANI [8. 9]). Mir scheint nun aber, dass vor dem Austritt der Polzellen schon eine ausserordentlich grosse Anzahl von Kernen im Ei vorhanden ist, so dass man den Polzellen nicht einen so grossen Werth für die Vererbung beilegen kann. Doch lege ich auf diese Beobachtungen selbst kein so grosses Gewicht. Ich habe diese Entwickelung lange nicht genau genug untersucht, um behaupten zu können, dass die Polzellen nicht doch von besonderen früh abgesonderten Kernen abstammen.

Zum Schlusse möchte ich nun noch einmal die Erscheinungen bei Musca zusammenfassen.

1. Das Keimbläschen rückt in ziemlich jungen Eiern an die Peripherie und zwar ganz an den oberen Eipol, ausserhalb der Eiaxe.

2. Hier werden eine Zeit hindurch „Ballen" aus dem Keimbläschen ausgestossen.

3. Das Keimhautblastem bildet sich sehr früh.

4. Das Keimbläschen rundet sich wieder ab und steigt ungefähr ein Sechstel der Eilänge an der Peripherie des Eies hinab, wo es längere Zeit liegen bleibt.

5. Hier verschwindet es, nachdem es ein klein wenig ins Einnere gewandert ist und dort seine Contour verloren hat.

6. Der Eikern resp. Furchungskern tritt (während der Eiablage?) am oberen Eipol in der Nähe der Mikropyle als heller Fleck wieder auf.

7. Die ersten Furchungskerne liegen zuerst am vorderen Pol, in einer Schicht im Dotter.

Anabolia.

Taf. VII, Fig. 113 und 114.

Von Neuropteren habe ich nur diese eine Form untersucht und leider auch diese sehr unvollkommen.

Die Form der Eier schliesst sich sehr an die der Lepidopteren an, das Ei mit den Nährzellen zusammen bildet immer ein Fach der Eiröhre. Dadurch ist die Oberfläche des Eies an einer Seite halbkugelförmig, gegen die Nährzellen hin aber abgeplattet. Letztere unterscheiden sich von denen der Lepidopteren dadurch, dass sie hier grosse runde Kerne haben, während dieselben bei den Lepidopteren ganz bizarr amoeboid zerflossen sind.

In dem jungen Ei (Fig. 113, Taf. VII) liegt das Keimbläschen ziemlich central. Es färbt sich bei Doppelfärbung roth, während das Eiplasma blau wird. Im Keimbläschen ist ein grösserer Nucleolus (*n*) und einige Granulationen (*g*) sichtbar, welche wohl als Reste des Kerngerüstes anzusehen sind. In dem Ei haben sich schon einige wenige Dotterpartikel abgeschieden.

Fig. 114 (Taf. VII) stellt ein bedeutend älteres Ei dar, das schon ganz mit Dotter erfüllt ist. In einer Ecke, bei *k*, liegt ein eingedrücktes, homogenes Gebilde, welches sich blau färbt. Durch seine Gestalt und stärkere Färbung unterscheidet es sich von den Dotterpartikelchen, so dass ich nicht umhin kann, es als Kern in Anspruch zu nehmen, besonders da es an der Stelle liegt, wo ich das Keimbläschen vermuthen musste. Durch den Schnitt war es hier offenbar etwas herabgedrückt, weil oberhalb von ihm eine Lücke zu bemerken war. Leider gestattete die Conservirung des Eies nicht, die Structur dieses Gebildes näher zu studiren.

Das Ei hatte hier eine grösste Breite von 163 μ; es wächst nur noch unter beständiger Abnahme der Nährzellen heran. Das grösste Ei, das ich auf meinen Schnitten finden kann, hatte 386 μ im Durchmesser. Einen Kern habe ich nicht wieder beobachtet.

Aus diesen lückenhaften Beobachtungen kann man wenigstens schliessen, dass sich hier die Vorgänge eng an die bei den Lepidopteren anschliessen und dass auch hier, wo wir das eingebuchtete Keimbläschen sehen, höchst wahrscheinlich, der Austritt der Ballen stattfindet.

Vespa germanica und media.

Taf. VIII, Fig. 115—122.

Die Hymenopteren bilden einen der interessantesten Theile der Arbeit, weil ausser den gewöhnlichen Reifungserscheinungen, welche, wie ich gleich bemerken will, ebenso wie bei den übrigen Ordnungen ablaufen, noch die Bildung des Dotterkerns in sehr vielen Fällen vor sich geht. Die Metamorphose des Keimbläschens bei Vespa und Camponotus ist bereits von BLOCHMANN [33] in einer kurzen Mittheilung beschrieben, doch weiche ich in der Deutung der Bilder von ihm bedeutend ab. Die Körper, welche am Keimbläschen auftreten, hielt BLOCHMANN für Kerne, während ich sie als Dotterkerne deute. Doch gehen wir erst die Eibildung bei Vespa an der Hand von Zeichnungen durch. Zwischen beiden Arten der Gattung konnte ich keinen Unterschied wahrnehmen und beziehe mich desshalb in der Darstellung nicht auf eine specielle Art.

Die Endfächer sind sehr lang und gehen ganz allmählich in den Theil der Eiröhre über, wo Eier und Nährzellen abwechselnd auf einander folgen. Zuerst liegen noch Eier und Nährzellen durch einander (Fig. 115 und 116, Taf. VIII), später aber ordnen sich dieselben so an, dass die vom Follikelephitel umgebene Eizelle unterhalb eines Haufens von Nährzellen liegt (Fig. 118 und 119, Taf. VIII).

In den jüngsten Eiern (Fig. 115, *a*) liegt das Keimbläschen ziemlich central. Dasselbe hat einen stark granulirten Inhalt und eine Stelle, welche sich intensiv färbt und wohl als Nucleolus zu deuten ist. Schon auf diesem jungen Stadium sieht man an der Peripherie des Keimbläschens zwei kleine rundliche Kugeln liegen, welche sich nicht färben. Sie scheinen in ihrem Inneren eine dunkle Stelle zu enthalten, welche man für Chromatin halten könnte. Ich bin jedoch mehr geneigt, sie für irgend eine sonstige Concretion zu halten, welche nun besondere Lichtbrechungsverhältnisse bewirkt. Um über die Entstehung dieser Gebilde ins Klare zu kommen, habe ich eine noch jüngere Eizelle als die auf Figur 115 abgebildete mit einer SEIBERT'schen homogenen Immersion $\frac{1}{12}$ untersucht. (Fig. 116.) Wir sehen da, dass das helle Keimbläschen ringsum vollständig scharf begränzt ist und dass an seiner Peripherie verschieden grosse helle Kügelchen auftreten. Die kleineren derselben sind nicht von gewöhnlichen Dotterkugeln zu unterscheiden, wie wir sie überall in den Eiern antreffen sehen. Zwischen diesen aber und den oben beschriebenen grösseren mit „dunklem Körper“ im Inneren finden sich alle Ueber-

gänge. Ich bin desshalb überzeugt, dass die kleineren Kügelchen zusammenschmelzen und so die grösseren liefern. In dem Keimbläschen ist immer ein feines Gerüst zu constatiren, welches aber nichts Besonderes bietet. Zwar sieht man bisweilen an der Peripherie ein Chromatinbröckchen, doch konnte ich nie finden, dass ein solches sich vergrösserte, loslöste und zu einem Kern anwächst, wie Blochmann das behauptet. Ich wiederhole also noch einmal, dass ich diese Kerne nur für „Dotterconcretionen" halte.

Diese Gebilde vermehren sich nun sehr stark. In Figur 115 bei *b* sind schon bedeutend mehr als bei *a* und in Figur 116 vorhanden. Eine noch weitere Zunahme bemerkt man in den Eiern, welche Figur 117 und 118 abgebildet sind. Diese Ballen nehmen so sehr überhand, dass sie das Keimbläschen fast ganz verdecken (Fig. 118) oder auch dasselbe bisweilen wie eine Art von Epithel völlig umgeben (Fig. 119). Während dieser starken Vermehrung der „Dotterkerne" rückt das Keimbläschen zusammen mit dem Haufen der Dotterkerne allmählich an die Peripherie (Fig. 118, 119). In dem Keimbläschen sind keine besonderen Veränderungen vor sich gegangen, man kann immer noch die feinen Ueberreste des Gerüstes und im Centrum eine dunklere Concretion sehen, welche bald aus einzelnen Körnern besteht, bald etwas compacter ist und als eine Art von Nucleolus erscheint. Letzteres findet sich auf späteren Stadien noch mehr ausgeprägt.

In Figur 120, die den oberen Pol eines Eies darstellt, sehen wir das Keimbläschen schon ziemlich nahe der Peripherie. Es hat hier eine etwas unregelmässig gezackte Gestalt angenommen, gleichsam als ob es durch die angelagerten „Dotterkerne" eingedrückt wäre. Diese Einbuchtungen sind aber durchaus nicht mit den früher bei anderen Formen beschriebenen zu verwechseln, da dieselben hier an allen Seiten auftreten können, während sie sich in jenem Falle, wo es sich um den Austritt der „Ballen" handelt, nur an der Seite des Keimbläschens, welche der Eiperipherie zugewandt ist, und nur einfach bildet.

Wenn das Keimbläschen die Peripherie erreicht hat, legt es sich flach an dieselbe (Fig. 121). Eine Einbuchtung zum Ballenaustritt habe ich nicht beobachtet, doch glaube ich mit Bestimmtheit sagen zu können, dass der Austritt in diesem Stadium stattfinden muss. — Die Dotterkerne lösen sich nun vom Keimbläschen los und verbreiten sich am oberen Eipol, wo sie allmählich aufgelöst werden (Fig. 121, 122). Der eigentliche Dotter bildet sich, wie auch Blochmann angibt, zuerst am unteren Pol und an der Peripherie,

während am oberen Pol noch eine Plasmamasse bleibt, welche mit dem Nährfach durch einen Plasmazapfen in Verbindung steht (Fig. 122). Das Keimbläschen macht hier, wo ich es zuletzt beobachtete, schon einen etwas anderen Eindruck als früher; es ist bedeutend kleiner geworden, was ich aber nicht mit der Bildung der Dotterkerne in Verbindung setzen möchte, da die hauptsächliche Verkleinerung erst stattfindet, wenn sich die Dotterkerne von ihm abgelöst haben (cf. Fig. 120 bis 122). Ferner färbt es sich hier bedeutend stärker als früher und hat einen deutlichen Nucleolus, welcher einem besonders beim Aufsuchen desselben als Kennzeichen dient. Seine Lage hat es auch etwas verändert, indem es von dem Follikelepithel weg, wieder ein wenig in das Innere des Eies gerückt ist, was mir ein Anzeichen ist, dass es an der Eiperipherie seine Function, d. h. die Ausstossung der Ballen, vollendet hat.

In älteren Eiern war es mir nicht mehr möglich, den Eikern aufzufinden. Leider standen mir ganz reife Eier nicht zu Gebote, so dass ich über das Wiedererscheinen des Kernes nichts aussagen kann. Letzteres habe ich nur bei Musca beobachtet. Ich glaube aber, dass wir erst BLOCHMANN's ausführlichere Arbeit und seine Zeichnungen abwarten müssen, um über die Kernspindel, den Spermakern etc. nähere Aufschlüsse zu erhalten.

Bombus terrestris.

Taf. VIII, Fig. 123—128.

Wir haben hier ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei Vespa, nur findet das Auftreten der „Dotterkerne" bedeutend später statt.

In Fig. 123 ist bei *a* ein ganz junges Ei zu sehen. Sein Keimbläschen liegt im Centrum. In der hellen Kerngrundsubstanz sieht man ein feines Gerüst, dass sich an mehreren Stellen etwas verdichtet. Von einem Nucleolus ist nichts zu sehen. Die ferneren Stadien fehlen mir leider, meine Beobachtungen setzen erst wieder ein, wenn das Keimbläschen an der Eiperipherie liegt und einen deutlichen Nucleolus hat (Fig. 124). Von dem Kerngerüst sind noch Spuren nachweisbar. Hier sieht man auch, dass an einer Stelle des Keimbläschens sich ausserhalb desselben ganz winzige Kugeln bilden und dass diese allmählich auf ihrem Weg zur Eiperipherie anwachsen (x). Ganz ebensolche, herangewachsene Gebilde liegen an der ganzen Peripherie des Eies zerstreut. Alle diese Kugeln haben nun sehr täuschend das Ansehen von wirklichen Kernen, sie sind scharf begrenzt und scheinen ein Chromatingerüst in einem hellen

Kernplasma zu enthalten. Trotzdem kann ich nicht umhin, dieselben für Homologa der bei Vespa oben beschriebenen Gebilde zu halten. Aehnliches habe ich auch bei fast allen Ichneumoniden beobachtet. Das Keimbläschen ist hier überall vollständig scharf begrenzt, wir finden keine Ausbuchtungen, welche auf eine Abschnürung deuteten. Eine Entstehung neuer Kerne durch Sprossung ist ja allerdings manchmal behauptet, sowohl am Keimbläschen verschiedener Thiere durch Fol [59. 60], Balbiani [13], Blochmann [33], Will [178. 179] u. s. w. als auch besonders bei der Spermatogenese. Die Verhältnisse müssen aber noch viel genauer studirt werden, ehe man diesen Vermehrungsmodus als ganz feststehend annehmen kann. Man könnte ja auch an freie Kernbildung denken, aber diese ist doch wohl so unwahrscheinlich, dass wir sie nicht annehmen können, wenn wir nicht absolut dazu gezwungen sind. — Was sollen denn hier diese Kerne eigentlich, da sie sich ja doch nachher wieder im Dotter des Eies auflösen?

Dazu kommt nun noch, dass in anderen Präparaten (Fig. 123 bis 126 sind nach Präparaten von Herrn Dr. Korschelt gezeichnet) die Kugeln nicht so sehr echten Kernen ähnlich sehen, sie machen dort bedeutend mehr einen homogenen „dotterähnlichen“ Eindruck (Fig. 127. 128). Ich kann desshalb nicht umhin, auch diese Gebilde als „Dotterkerne“ zu bezeichnen. Sie sind einfache Dotterconcretionen, wohl eine besondere Art von Dotter, der in irgend einer Entwickelungsperiode des Eies aufgelöst wird. Ich komme später noch einmal auf diese Verhältnisse zurück.

Man könnte diese „Kerne“ nun auch noch für eingewanderte Kerne halten, die dem Ei zur Nahrung dienen, wie dies von His [79] für die Lachseier und von Brandt [36] für die Periplaneta behauptet ist. Ich muss gestehen, dass mich dieser Gedanke auch sehr viel beschäftigte und dass ich auch einzelne Bilder bekam, die dafür zu sprechen schienen. Fig. 125 (Taf. VIII) stellt ein Stück vom oberen Pol eines Eies dar, wo am Keimbläschen ebenfalls solch ein Dotterkern liegt. Bei x aber liegen 3 Kerne, welche einen Uebergang zwischen den Kernen des Follikelepithels an den Dotterkernen zu bilden scheinen. Ich will es desshalb nicht ganz bestreiten, dass bisweilen einmal Zellen von Aussen in das Ei gelangen und dort verarbeitet werden, aber die Bildung dieser „Dotterkerne“ scheint mir doch im Allgemeinen so vorzugehen, wie ich oben angenommen habe.

Die Dotterkerne vermehren sich sehr stark, so dass sie, wenn

das Ei eine Länge von ca. 0,15 mm hat, eine völlige Schicht unter dem Follikelepithel bilden, ganz in der Art, wie die Testazellen der Tunicaten, nur dass diese sich stark färben, während die „Kerne" bei Bombus äusserst blass sind. Figur 126 zeigt einen kleinen Theil der Peripherie eines solchen Eies mit dem Keimbläschen. Am obern Pol sind die Dotterkerne deutlich, während sie am unteren sich auflösen. Ich muss aus alle dem schliessen, dass sie am oberen Pol und zwar am Keimbläschen gebildet werden und von da aus sich über die Peripherie des Eies ausbreiten. Allmählich verfallen sie dann der Auflösung und zwar zuerst da, wo sie am ältesten sind, nämlich am unteren Pol.

Bis jetzt war im Ei noch kein wirklicher Dotter vorhanden. Derselbe tritt zuerst unten und an der Peripherie auf, während die Umgebung des Keimbläschens fürs erste noch frei davon bleibt. In seiner Nähe liegen noch eine ziemliche Anzahl der Dotterkerne (Fig. 127), welche hier einen etwas gequollenen, homogenen Eindruck machen. An diesem Ei, das eine Länge von 1,85 mm hatte, war vom Follikelepithel die erste Anlage des Chorions in Gestalt einer ganz dünnen Lamelle abgeschieden; eine Dotterhaut war noch nicht gebildet.

In dem Ei, das ich Figur 128 abgebildet habe, sind die Dotterkerne bereits sehr stark in Auflösung begriffen. Das Keimbläschen hat an einer Seite, der Eiperipherie zugekehrt, eine leichte Ausbuchtung, in welcher kleine stark glänzende, homogene Ballen liegen, welche ich für die Homologa der Ballen halten muss, wie ich sie oben bei anderen Formen beschrieben habe. Ein Nucleolus ist hier noch vorhanden, was mir als Beweis gilt, dass der Ballenaustritt durchaus nichts mit dem Verschwinden des Nucleolus zu thun hat.

Aeltere Stadien des Keimbläschens habe ich nicht auffinden können, in allen reiferen Eiern konnte ich nichts mehr von demselben entdecken. Es wird also wohl bald nach dem Austritt der Ballen verschwinden.

Trogus lutorius.

Tafel VIII, Fig. 129—131.

Im jungen Ei liegt das Keimbläschen im Centrum, seine Kerngrundsubstanz ist hell, fast ganz farblos, in sie eingelagert ist aber ein feines Gerüst, dass sich an einer Stelle, ganz wie bei Vespa und Bombus, verdichtet (Fig. 129, Taf. VIII). In diesem Ei liegen schon im Plasma zwei kleine homogene Kügelchen. Ob diese aber mit

den später massenhaft auftretenden Dotterkernen in Verbindung zu setzen sind, ist mir etwas zweifelhaft.

Ich will nun nur noch zwei Eier beschreiben, welche ca. 0,7 mm lang sind. In Fig. 130 liegt das Keimbläschen an der Peripherie, es sind in ihm ausser Spuren eines Gerüstes ein grosser und zwei kleine Nucleolen erkennbar. Sowohl in der Nähe des Keimbläschens als auch an der entgegengesetzten Seite des oberen Poles sind eine Menge von „Dotterkernen“ zu sehen. Sie gleichen sehr denen von Bombus, so dass ich nichts besonderes über sie zu sagen hätte.

An der linken Seite der Zeichnung scheinen sie schon stark in Auflösung begriffen zu sein. In dem Ei ist eine Menge von Dotter ausgeschieden; am oberen Pol, in der Nähe des Endfaches, aber ist noch ein Stück frei von den kleinen Dotterkörnern geblieben. Um das Ei ist eine feine homogene Membran abgeschieden, welche ich als Membrana vitellina deuten möchte, da sie dem Ei und nicht dem Follikelepithel immer dicht anliegt.

Das Ei, welches in Fig. 131 abgebildet ist, ist schon etwas weiter in der Entwickelung fortgeschritten. Es ist ganz mit Dotterpartikeln erfüllt. Das Keimbläschen ist im grossen Ganzen noch so wie in Fig. 130, nur hat sich der Nucleolus aufgelöst. An seiner Stelle sehen wir eine Anzahl von kleinen Körnchen, die wenig gefärbt sind. Ausser den feinen Dotterkörnern liegen am oberen Eipol eine Menge von grösseren runden Gebilden, die ich für die in Auflösung begriffenen Dotterkerne halte.

Einen Ballenaustritt habe ich nicht beobachtet, derselbe wird wahrscheinlich auf diesem oder einem sehr bald folgenden Stadium vor sich gehen.

Banchus fulvipes.

Tafel VIII, Fig. 132—137.

In einem jungen Ei, wie solches auf Taf. VIII, Fig. 132 abgebildet ist, liegt das Keimbläschen central; es hat eine länglich ovale Gestalt und ist wohl amoeboid beweglich, wenigstens ist an seinem oberen Ende die Contour etwas unregelmässig. Von einem Gerüst war in diesem Präparat nichts zu sehen, in der hellen homogenen Kerngrundsubstanz ist im Centrum nur eine Ansammlung feiner Chromatinkörnchen zu sehen.

In dem sonst homogenen Zellplasma sind schon einige winzige Dotterpartikel abgesondert.

Indem das Ei nun heranwächst und zuerst am unteren Pol und an der Peripherie feinkörnigen Dotter ausscheidet, reicht das Keimbläschen an die Oberfläche, in die Nähe des oberen Eipols (Fig. 133). Während der Zeit hat sich auch ein grosser, stark färbbarer Nucleolus gebildet. Ueber die Art seiner Bildung weiss ich nichts näheres anzugeben.

Das Keimbläschen buchtet sich hier nun bald an der Seite ein, mit welcher es der Eiperipherie anliegt, und in dieser Bucht finden wir stark lichtbrechende homogene Kugeln, die denen entsprechen, welche wir schon bei anderen Formen kennen gelernt haben (Fig. 134, 135). Auf diesem Stadium finden wir entweder einen oder mehrere Nucleolen im Keimbläschen. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass der Keimfleck sich zu dieser Zeit wieder auflöst, wenigstens finden wir später keinen mehr.

Das Ei wächst nun weiter heran und scheidet eine feine Membrana vitellina um sich aus. Wir sehen jetzt in seinem Innern massenhaft Dotterkerne auftreten. Es sind dies grössere oder kleinere helle Concretionen, die eine unregelmässige Gestalt haben und sich nicht färben. In ihrem Innern treten oft einige feine Granulationen auf. Sie können eine Grösse von 20 μ im Durchmesser erreichen. Vom Keimbläschen unterscheiden sie sich dadurch, dass sie nie so scharf begrenzt sind wie jenes. Ausserdem sind in jenem stets mehr oder weniger Chromatinpartikel vorhanden. Fig. 136 und 137 zeigen die oberen Pole von zwei solchen Eiern.

Wo und wie diese Dotterkerne entstehen, kann ich nicht genau angeben. Aber aus dem Umstand, dass man häufig einen am Keimbläschen liegen findet (Fig. 137) und dass sie am oberen Eipol viel zahlreicher als am entgegengesetzten sind, lässt sich wohl schliessen, dass sie ebenso wie bei Vespa, Bombus etc. ihren Entstehungsort an der Peripherie oder doch in unmittelbarer Nähe des Keimbläschens haben.

Sehr von Bedeutung scheint mir noch der Umstand, dass das Keimbläschen hier schon seine Lage an der Peripherie des Eies verlassen hat und wieder etwas in das Innere hineingewandert ist. Es hat dort eben seine Function in der Ausstossung der Ballen verrichtet.

In einem Ei von 0,4 mm Länge und 0,12 mm Breite sind noch eine grosse Anzahl von Dotterkernen vorhanden. Dieselben schwinden aber, während das Ei hauptsächlich in die Länge wächst, so dass bei einem 1,05 mm langen und 0,15 mm breiten Ei nichts mehr

von ihnen zu entdecken ist. Das Keimbläschen liegt hier am oberen Pol im Innern wie im vorigen Stadium. In älteren Eiern konnte ich nichts mehr von demselben auffinden.

Die Reifungsgeschichte der Eier von Banchus hat uns aber die interessante Thatsache ergeben, dass das Auftreten der Dotterkerne unabhängig von dem Austritt der „Ballen" ist, da letzterer Vorgang ersterem hier vorangeht. Das sind entschieden von einander ganz unabhängige Bildungen.

Wenn wir nun ferner annehmen, wozu wir meiner Meinung nach gezwungen sind, dass die Dotterkerne unter dem Einfluss des Keimbläschens entstehen, so sehen wir auch, dass ein Keimbläschen, aus welchem schon die „Ballen" ausgetreten sind, noch im Stande ist, die Dotterkerne zu bilden. Letzterer Umstand ist mir von grosser theoretischer Bedeutung, ich werde auf denselben weiter unten noch zurückkommen.

Pimpla sp.

Tafel VIII, Fig. 138—140.

Ueber diese Form kann ich leider nicht viel berichten.

In dem jungen Ei liegt das helle Keimbläschen mit centraler Chromatinanhäufung im Innern des Eies (Fig. 138). Es ist hier noch keine Spur von Dotterkörnchen zu bemerken.

Das Keimbläschen rückt nun bald an die Peripherie des Eies, während sich sehr feinkörniger Dotter ausscheidet. In einem Ei von 0,4 mm Länge finden wir es dem Follikelepithel des oberen Poles anliegend. In seinem Innern ist eine grosse Anzahl von stark gefärbten Nucleolen sichtbar. Die äusserste Schicht des Eies besteht hier schon aus einer feinen Lage von dotterlosem Plasma, dem ersten Anfang des Keimhautblastems (Fig. 139).

Das Keimbläschen bleibt an dieser Stelle liegen, während das Ei sehr in die Länge wächst. Figur 140 zeigt dasselbe von einem 1,1 mm langen Ei. Anstatt der zahlreichen Nucleolen liegen jetzt in seinem Centrum feine Körnchen von chromatischer Substanz. In der Nähe des Keimbläschens finden wir auch hier eine grosse Anzahl von „Dotterkernen," ganz von dem Typus der bei Bombus und Trogus beschriebenen. Eine Dotterhaut ist hier noch nicht gebildet.

Wann bei dieser Form der Austritt der Ballen aus dem Keimbläschen stattfindet, konnte ich leider nicht constatiren. Ob derselbe vor der Bildung der Dotterkerne, wie bei Banchus oder nach

derselben wie bei Bombus geschieht, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Die ganze Aehnlichkeit der Eier von Pimpla mit denen von Bombus lässt uns vermuthen, dass der Ballenaustritt nach der Dotterkernbildung wie bei letzterem geschieht.

Anomalon circumflexum.

Tafel VIII, Figur 141—151.

Wir kommen jetzt zu einer Reihe von Ichneumoniden, bei denen ein „eigentlicher Dotterkern" auftritt. Die bei den vorangegangenen Arten beschriebenen kleineren Dotterkerne verschmelzen zu einem grossen sich stark färbenden Ballen, welcher stets am hinteren Eipol liegt. Wir haben es hier offenbar mit einem weiter vorgeschrittenen Stadium der phyletischen Entwickelung zu thun. Ich möchte dies jetzt näher zu beschreibende Gebilde als „eigentlichen Dotterkern" bezeichnen und im Gegensatz dazu die kleinen zerstreuten Dotterconcretionen, wie wir sie bei Vespa, Bombus, Banchus etc. finden als „diffusen Dotterkern", weil hier dasselbe Material, das bei anderen Arten den eigentlichen Dotterkern bildet, in kleinen Partikeln in einem grossen Theil des Eies verbreitet ist.

Doch gehen wir jetzt zur Betrachtung der Verhältnisse bei Anomalon über, wo ich die Entstehung des Dotterkernes am genauesten verfolgen konnte.

In einem ganz jungen Ei (Fig. 141 Tafel VIII) findet man schon hart an dem amöboiden Keimbläschen verhältnissmässig grosse, unregelmässige, ebenso wie das Keimbläschen ungefärbte, Ballen liegen. Man könnte leicht auf den Gedanken kommen, dass dieselben aus demselben ausgetreten wären, doch konnte ich mich niemals davon überzeugen. Immer konnte ich das Keimbläschen scharf begränzt sehen, niemals hingen die Ballen mit dem Inhalt der letzteren zusammen. In den Ballen sind zwar einzelne Granulationen sichtbar, welche man für ein Chromatingerüst halten könnte, doch glaube ich, dass es sich hier um ganz dieselben Bildungen handelt, wie wir sie schon am Keimbläschen anderer Hymenopteren entstehen sehen.

In dem Keimbläschen ist ein Gerüst vorhanden, nicht aber ein Nucleolus. Derselbe tritt erst später auf, wahrscheinlich durch Verschmelzen kleiner Nucleolen. (cf. Fig. 146—147.)

Es treten nun mehrere von diesen Ballen auf, die dann im Eiplasma zerstreut liegen. Sie sind anfangs an keine besondere

Stelle gebunden. In der Fig. 142 liegen zwei oberhalb und einer unterhalb des Keimbläschens und in der Figur 143 ist das Verhältniss umgekehrt. Mehr als drei oder vier solcher Ballen scheinen nicht gebildet zu werden, wenigstens habe ich nie mehr beobachten können. Dieselben begeben sich nun an den unteren Eipol (Fig. 144) wo sie mit einander verschmelzen. (Fig. 145.) Schon jetzt sehen wir in ihnen einzelne Stellen auftreten, welche sich stark färben, doch möchte ich noch besonders darauf aufmerksam machen, dass diese färbbare Substanz mit dem Chromatin der Kerne wohl nichts zu thun hat. Wenn zwei Substanzen gegen ein Reagens, wie es unsere Farbstoffe darstellen, sich gleich verhalten, so brauchen sie doch noch lange nicht gleich zu sein.

In einem schon bedeutend älteren Ei (Fig. 146) hat sich nun dieser Dotterballen wolkenartig aufgelöst. Wir finden am hinteren Pol, an derselben Stelle, wo früher die Ballen lagen, einen verschwommenen, hellen, nebelartigen Flecken wieder, in welchem einzelne unregelmässige Brocken stark gefärbter Substanz liegen. Das Keimbläschen liegt hier an der Peripherie des Eies und zeigt in seinem Innern eine grosse Anzahl von Chromatinkörnern, durch deren Vereinigung wahrscheinlich der Keimfleck entsteht. Dass weder die Ausbildung des Keimflecks noch die des Dotterkernes mit der Lage des Keimbläschens direkt in ursächlichem Zusammenhang steht, beweisen uns die Eier, welche in den Figuren 146 und 147 abgebildet sind. In dem einen (Fig. 146) liegt das Keimbläschen ohne Nucleolus an der Peripherie, während in dem anderen dasselbe mit ausgebildetem Nucleolus noch im Innern sich befindet.

In dem Dotterkern hat sich die gefärbte Substanz in Figur 147 bedeutend vermehrt, während der helle Hof sehr an Ausdehnung abgenommen hat. Der gefärbte Theil ist manchmal rundlich, gewöhnlich streckt er jedoch in der Eiaxe einen Fortsatz in das Innere des Eies hinein, wie wir es in der Figur 147 sehen.

Bis jetzt war in dem Ei noch nichts von Dotter zu sehen, derselbe tritt nun von der Peripherie aus auf, indem er zuerst einen Theil des Eies im Centrum freilässt (Fig. 148). Das Keimbläschen liegt noch wie im vorigen Stadium an der Peripherie. Einmal habe ich in einem Ei von ungefähr dieser Grösse ein Keimbläschen mit der charakteristischen Einbuchtung gefunden, in welcher kleine homogene Kügelchen lagen, die sich durch ihre vollständige Farblosigkeit von den Dotterkörnern unterschieden. Wir haben es hier

ganz sicher mit dem Ballenaustritt zu thun (Fig. 149). Der Nucleolus besteht hier schon mehr aus einzelnen, dicht zusammenliegenden Ballen.

Der Dotterkern ist auf diesem Stadium vollständig fertig gebildet. Er liegt als mehr oder weniger rundliches Gebilde am hinteren Eipol. Bisweilen findet man, wie ich Fig. 148 abgebildet habe, noch einen kleineren Dotterkern neben dem grossen liegen, was mir ein sicherer Beweis dafür ist, dass wir es hier mit keinem wirklichen Kern, sondern nur mit einer Concretion von ganz besonderer Dottersubstanz zu thun haben.

Das Ei streckt sich nun bedeutend in die Länge und sein hinterer Pol wächst zu einem schmalen Fortsatz aus, dem Eistiel, den wir bei manchen Ichneumoniden antreffen. Er wird hier stets am hinteren Pol gebildet, während er bei den Cynipiden am vorderen Pol auftritt*).

Das Ei, an dem schon eine Membrana vitellina und die erste Spur eines Chorions sichtbar ist, hat ein deutliches Blastem gebildet. Das Keimbläschen ist etwas von der Oberfläche des Eies in das Innere hineingetreten und hat eine Menge von amoeboiden Fortsätzen ausgestreckt. Es ist bedeutend kleiner als im vorigen Stadium und macht überhaupt den Eindruck, als wenn es nächstens unsichtbar werden würde. Ein etwas verschwommener Nucleolus ist noch vorhanden. Den Dotterkern sehen wir noch am hinteren Pol des Eies (den Stiel abgerechnet) liegen, er ist aber offenbar in Auflösung begriffen. Seine sonst scharfen Contouren sind gänzlich verschwommen.

In einem reifen Ei (Fig. 151) ist vom Keimbläschen keine Spur mehr zu finden. Die Stelle, wo früher der Dotterkern lag, ist uns durch eine dotterfreie Plasmastelle im Ei angedeutet, welche jedoch auch wohl selbst bald verschwinden kann. Das Blastem umgiebt das ganze Ei mit Ausnahme des Stiels, wo es sehr dünn ist, in einer ziemlich starken Lage.

Zu beachten sind die höchst eigenthümlichen Chorion-Bildungen am oberen Eipol. Wir sehen dort einen aussen mit einer tiefen Rille versehenen Ring (Fig. 151 *a*) und innerhalb desselben eine Anzahl Chitinzapfen (*b*). Die Entstehung derselben habe ich nicht verfolgt. Was ihre Bedeutung anbetrifft, so glaube ich, dass sie zur Befestigung des Eies in den Geweben oder in der Haut des

*) Vergl. u. a. ADLER [1] WEISMANN [171] etc.

Wirthes dienen. Wenigstens scheint mir dies die Function des Ringes zu sein. Die Zapfen spielen vielleicht (?) bei der Befruchtung eine Rolle.

Lampronota (?).

Tafel VIII, Fig. 152—155. Tafel IX, Fig. 156—161.

Die Bestimmung dieser Form ist nicht ganz sicher, es handelt sich um eine sehr kleine Ichneumonide, welche aus den Puppen des Kiefernwicklers, Tortix (Retinia) buolinana, ausgeschlüpft war. Die Ovarien wurden herauspräparirt und frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Die Eiröhren selbst sowie die Eileiter machten sehr starke peristaltische Bewegungen, die unter dem Deckglas ca. 15—20 Minuten andauerten.

Besonders zeichnete sich der Eileiter dadurch aus, seine Bewegungen wurden so energisch, dass drei reife Eier bald in seinem unteren Theile lagen, bald wieder in den Eierkelch zurückgedrängt wurden. Ich konnte also überzeugt sein, dass ich es hier mit unverändertem, lebendem Material zu thun hatte. Einige Ovarien habe ich auch conservirt und später geschnitten.

Die Endfäden der Eiröhren waren sehr lang, es liess sich an ihnen lebend nicht viel sehen.

In den jüngeren Eiern, welche noch von einem starken Follikelepithel umgeben waren, konnte ich ein scharf umgrenztes, wasserhelles, rundes Keimbläschen sehen. Es enthielt einen stark lichtbrechenden Nucleolus. In dem sonst ziemlich durchsichtigen, feinkörnigen Eiplasma waren einige lichtbrechende Körnchen, der erste Dotter, zu sehen (Fig. 152, Taf. VIII).

Das Ei wächst nun stark heran und mit ihm das Keimbläschen. Die Dotterkörner nehmen zu, sind aber im Verhältniss zu anderen Eiern wenig zahlreich und sehr fein, so dass selbst bei ganz ausgebildeten Eiern das Keimbläschen, wenn es überhaupt vorhanden ist, deutlich zu erkennen ist.

Das Auftreten von Chorion und Membrana vitellina habe ich nicht weiter verfolgt, ich gehe gleich zur Beschreibung eines Eies über, bei dem beide Häute schon fertig gebildet sind. Zu bemerken ist, dass bei dem lebenden Ei der ganze Dotter mit der Dotterhaut sich sehr stark contrahirt hat, so dass zwischen ihm und dem Chorion ein weiter flüssigkeitführender Raum entstanden ist. Nur an der Mikropyle hängen Dotterhaut und Chorion durch eine schlauchförmige Membran zusammen (cf. Fig. 155). Zu bemerken ist, dass

bei der Conservirung das Chorion offenbar zusammenschnurrt, denn wir finden es auf den Schnitten dem Eikörper dicht angelagert.

Das Keimbläschen ist bei einem solchen Ei (Fig. 153) eine grosse Blase im Innern des Eies. Es liegt näher dem oberen Pol als dem unteren (ca. $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$). Es verändert hier häufig amoeboid seine Gestalt, bleibt jedoch stets ganz scharf begrenzt. Ein Nucleolus ist hier wie auf allen andern beobachteten Stadien vorhanden.

Das Plasma des Eies ist von keiner besonderen Farbe, einfach weisslich und mit den feinen Dotterpartikeln erfüllt.

Im oberen Drittel des Eies zeigen sich an der Oberfläche eigenthümliche, sehr stark lichtbrechende Körper von ungefähr der Grösse des Nucleolus. Man könnte sie auf den ersten Blick für Furchungskerne halten. Zuerst treten sie nur in der Zone des Keimbläschens auf (Fig. 153), verbreiten sich aber allmählich über die ganze Eioberfläche (Fig. 154. 155).

Diese Kugeln liegen stets an der Oberfläche, hart unter der Dotterhaut. Einmal nur sah ich, wie eins derselben an der Peripherie des Keimbläschens lag (Fig. 154, *a*). Ich glaube nun fest annehmen zu dürfen, dass diese Gebilde nichts weiter sind als die schon mehrfach weiter oben beschriebenen Dotterkerne, zu welchem Schluss uns ihr erstes Auftreten in der Region des Keimbläschens und die Lagerung eines derselben am Keimbläschen berechtigt. Fig. 155 zeigt uns ein Ei, wo die Bildung des „diffusen Dotterkerns" sein Maximum erreicht hat.

In einem späteren Stadium sind nun diese stark lichtbrechenden Dotterkerne sämmtlich verschwunden, das vorhin weisse Eiplasma hat eine schwach gelbliche Farbe angenommen und enthält wie früher winzige Dotterkörnchen, die aber an der Peripherie eine dünne Plasmaschicht freilassen. Das Keimbläschen ist von seiner Stelle verschwunden.

Nun sieht man aber in der Nähe des unteren Poles einen unregelmässigen etwas verwaschenen Fleck, der sich durch seinen gänzlichen Mangel an Dotterpartikeln von seiner Umgebung auszeichnet (Fig. 156, *x*). In einem späteren Stadium findet man den Fleck, welcher nun scharf begrenzt ist und ein quer liegendes Oval auf dem optischen Schnitt bildet, ganz am untern Pol liegen (Fig. 157), wo er nur durch eine dünne Schicht hyalinen Plasmas von der Dotterhaut getrennt war. Der Fleck ist zwar nicht durch eine Membran oder dergl. begrenzt, wohl aber sieht man, wie die Dotterpartikel

in einer scharfen Linie an ihn hinanreichen. In dem sonst hyalinen Innern des Fleckes findet man einige stark lichtbrechende Körnchen, welche für gewöhnlich eine kleine Ansammlung im Centrum bilden (Fig. 157).

Es liegt nun ungeheuer nahe, diesen Kern für den Furchungskern zu halten, besonders da Weismann bei den Gallwespen [171] auch annimmt, dass der Furchungskern am hinteren Eipol liegt. Doch hat sich diese Vermuthung als irrig erwiesen; an Schnitten lässt sich nachweisen, dass es sich hier nicht um einen Furchungskern, sondern um einen „Dotterkern", ganz wie bei Anomalon handelt. Den Kern, welchen Weismann auf Taf. I, Fig. 3 am hinteren Pol von einem Rhodites-Ei abbildet, dürfte wahrscheinlich auch auf einen derartigen Dotterkern zurückzuführen sein.

Zuerst kam ich auf die Vermuthung, dass es sich hier um den Dotterkern handelte, durch den Umstand, dass ich bei einem Ei beobachtete, dass der „Kern" aus zwei von einander getrennten Theilen bestand, die sich ziemlich gleich waren. Ich dachte da gleich an den Fig. 148, Taf. Taf. VIII abgebildeten Dotterkern von Anomalon. Doch konnte es sich hier ja möglicherweise um eine Furchungserscheinung handeln.

Wenn man nun aber einen Schnitt durch ein reifes Ei betrachtet (Fig. 160), so gewinnt man sofort die Ueberzeugung, dass wir einen Dotterkern vor uns haben, der im Innern einige Granulationen hat. Es ist wie alle anderen Dotterkerne ein homogenes, stark färbbares Gebilde, das sich von einem Kern leicht unterscheiden lässt. Bisweilen hat der Dotterkern in seinem Innern eine grosse Vacuole (Fig. 161) *).

In den Figuren 158 und 159 bilde ich noch zwei Schnitte durch junge Eier von Lampronota ab. Fig. 158 zeigt das Keimbläschen mit Nucleolus im Centrum des Eies, während es in dem etwas älteren Ei, das Fig. 149 abgebildet ist, an der Peripherie liegt. Weil wir es nun bei grösseren Eiern wieder im Eicentrum angetroffen haben, so müssen wir wohl annehmen, dass es schon auf diesem Stadium seine „Ballen" ausstösst. Beobachtet habe ich zwar keine Bilder, welche darauf schliessen liessen, aber es lässt sich das mit gewisser Wahrscheinlichkeit vermuthen.

Bei dieser Art rückt also das Keimbläschen wahrscheinlich schon

*) Weil der Schnitt das Ei etwas tangential getroffen hat, erscheint das Ei so schmal in der Figur.

sehr früh an die Oberfläche, um seine Ballen abzugeben. Darauf tritt es wieder in das Centrum des Eies und lässt später in seiner unmittelbaren Nähe die „diffusen Dotterkerne“ entstehen, welche erst an die Oberfläche rücken, sich aber später wahrscheinlich, während das Keimbläschen schwindet, zu einem Dotterkern vereinigen.

Ophion ventricosum und luteum.

Tafel IX, Fig. 162—168.

In dem Ei von Ophion ventricosum rückt das Keimbläschen, das einen runden Nucleolus besitzt, schon sehr bald an die Peripherie und plattet sich dort ab (Fig. 162). Höchst wahrscheinlich geschieht schon auf diesem Stadium der Austritt der „Ballen“. Wir sehen ja auch hier (Fig. 162) das Keimbläschen an der peripheren Seite etwas eingedrückt. Am hinteren Eipol kann man schon die ersten Dotterkörnchen beobachten.

Während nun das Ei bedeutend wächst und an seiner Peripherie Dotter abscheidet, sehen wir das etwas unregelmässige, amoeboide Keimbläschen wieder in das Innere des Eies hineingerückt (Fig. 163).

Meine Beobachtungen sind nun leider sehr unvollständig. In dem ziemlich reifen Ei, in welchem das Keimbläschen nicht mehr zu sehen ist, befindet sich am hintern Eipol ein grosser Dotterkern (Fig. 164), der auch im völlig reifen Oviductei, welches zur Ablage bereit ist, noch in seiner ganzen Grösse vorhanden ist (Fig. 165).

Wir sind also nach Analogie mit den oben beschriebenen Formen gezwungen, anzunehmen, dass der Bildung des eigentlichen Dotterkerns die eines „diffusen Dotterkerns“ voraufgeht. Dieser Process wird in einem Stadium vor sich gehen, das dem Fig. 163 abgebildeten sehr bald folgt.

Bei Ophion luteum hab ich im ganzen Ei das Keimbläschen, welches ein deutliches Gerüst aber keinen Nucleolus zeigt, im Centrum des Eies beobachtet (Fig. 167). Das Ei hatte hier erst einen Durchmesser von 34 μ.

In einem schon bedeutend grösseren Ei, das eine Länge von 291 μ hatte, lag das Keimbläschen an der Peripherie des oberen Poles und zeigte die charakteristische Einbuchtung (Fig. 167). In dieser Bucht lagen eine Anzahl von Ballen, welche wohl sicher den früher beschriebenen entsprechen. Ein Nucleolus ist hier nicht zu sehen. In dem feinkörnigen Eiplasma sind schon einige Dotterkörner zu bemerken.

In einem älteren Ei, das eine Länge von 471 μ erlangt hat und in dem schon bedeutend mehr Dotter ausgeschieden ist,

hat sich das Keimbläschen wieder abgerundet und ist etwas in das Innere des Eies hineingerückt (Fig. 168), ganz so wie wir es oben schon bei mehreren Formen gesehen haben.

Weiter konnte ich hier die Geschichte des Keimbläschens nicht verfolgen, da ich in älteren Eiern keines entdecken konnte. Ebenso wenig fand ich einen Dotterkern, doch lege ich darauf nicht so grossen Werth, da ich bei der geringen Menge des untersuchten Materials denselben möglicherweise übersehen haben könnte.

Ephialtes liturater und sp.

Tafel IX, Fig. 169—175.

Ein junges Ei, wie es in Fig. 169, Taf. IX abgebildet ist, zeigt das Keimbläschen noch im Innern, doch schon sehr der Peripherie genähert. Es hat keinen ausgebildeten Nucleolus, sondern eine grössere Anzahl von chromatischen Körpern. Am hinteren Ende des Eies ist schon eine geringe Menge von Dotterkörnern ausgeschieden.

In einem älteren 17 μ langen Ei, welches gänzlich mit Dotterkörnern erfüllt ist, liegt das ovale Keimbläschen der Peripherie an. Es hat jetzt einen grossen runden Keimfleck.

Hier scheint es ziemlich lange unverändert zu liegen, denn erst bei einem Ei, das eine Länge von 260 μ hatte, konnte ich deutlich den Ballenaustritt beobachten. In der Ausbuchtung des Keimbläschens lagen stark lichtbrechende Massen. Fig. 171 zeigt ein solches Keimbläschen bei Zeiss hom. Im. $\frac{1}{18}$. Man sieht die hier unregelmässigen Ballen der Peripherie des Keimbläschens dicht anliegen. An einer Stelle (Fig. 171, *a*) glaubte ich sogar einen Zusammenhang zwischen der Kernsubstanz und der der „Ballen" zu bemerken. Doch lässt sich das bei der grossen Kleinheit der fraglichen Objecte äusserst schwer entscheiden. Das Keimbläschen hatte hier an einem oberen Ende (*b*) zwei amoeboide Fortsätze, ganz ähnlich, wie wir oben bei Sphinx und Zygaena gesehen haben. Die Kerngrundsubstanz bestand aus einem hellen, fein granulirten Plasma; der Nucleolus hatte seine scharf begrenzte Form verloren und bestand aus einer grossen Menge von dunkel gefärbten Chromatinkörnchen, welche in eine etwas hellere Masse eingelagert waren. Es ist nicht ausgeschlossen, dass dies ein durch die Conservirung hervorgerufenes Kunstproduct ist. Das Ei hatte hier eine homogene Membrana vitellina ausgeschieden.

In dem reifen Ei konnte ich bei dieser Art einen Dotterkern nicht sicher constatiren.

Bei einer andern, nicht genau bestimmten Art von Ephialtes verhalten sich die jüngsten Eier (Fig. 172) so wie bei E. liturater.

In einem 53 μ langem Ei liegt das Keimbläschen an der Peripherie in der Nähe des oberen Pols und zeigt die auf den Ballenaustritt deutende Einbuchtung (Fig. 173). Das Ei ist ganz mit Dotterkörnchen erfüllt; an seinem hinteren Ende (*x*) sieht man eine Stelle, welche frei von Dotter ist und in ihrem Innern eine Verdichtung zeigt, welche sich stärker als die Dotterpartikel färbt. Dies ist offenbar dieselbe Bildung, welche ich in Fig. 146 bei Anomalon circumflexum abgebildet habe, d. h. die Bildung des eigentlichen Dotterkerns. Letzterer ist denn auch deutlich an den reifen Oviducteiern am hinteren Pol zu sehen (Fig. 176).

Nachdem das Keimbläschen die Ballen abgegeben hat, rückt es wieder etwas in das Innere hinein (Fig. 174). Es ist dort von sehr unregelmässiger Form, streckt mehrere amoeboide, stumpfe Fortsätze aus und macht überhaupt den Eindruck, als ob es nächstens unsichtbar werden würde. In den reifen Eiern findet man es denn auch nicht mehr.

Wenn es sich bei erneuter Untersuchung bestätigen sollte, dass eine Art von Ephialtes einen Dotterkern hat und eine andere nicht, ebenso wie bei den Ophion-Arten, so wäre das geradezu ein Beweis, dass wir in dem Dotterkern nichts Wesentliches vor uns haben, das bei der Entwickelung des Eies eine grosse Rolle spielt.

Besonders könnte nicht die Theorie von BALBIANI [11] und JATTA [85] aufrecht erhalten werden, nach welchem der Dotterkern das Keimbläschen zur Befruchtung vorbereiten sollte; es müsste da doch bei zwei so nahe verwandten Formen derselbe physiologische Vorgang stattfinden.

Ambyteles castigator.

Tafel IX, Fig. 176—181.

In dem jungen Ei (Fig. 176, Taf. IX) liegt das helle, etwas amoeboide Keimbläschen schon ziemlich peripher in der Nähe des oberen Eipoles. Es hat einen grossen Nucleolus. Am unteren Eipol finden wir eine Anzahl von ziemlich grossen Dotterconcretionen, die ich als Vorläufer des Dotterkerns ansehe.

In einem 55 μ langen Ei (Fig. 177) finden wir das Keim-

bläschen ganz an der Peripherie liegen und schon etwas abgeplattet, von Ballen ist noch nichts zu bemerken. Der früher einheitliche Nucleolus hat sich in mehrere kleinere aufgelöst. Am hinteren Pol sind noch die „Dotterkerne" zu sehen, welche sich aber schon etwas aufgelöst haben (wie bei Anomalon und Ephialtes). Der eigentliche Dotter ist noch nicht aufgetreten.

Letzteren finden wir bei einem 0,14 mm langen Ei nun in Menge an der Peripherie ausgeschieden, das Centrum noch freilassend. Das eingebuchtete Keimbläschen zeigt in seiner Bucht eine Anzahl von stark lichtbrechenden Ballen. Sehr bald schon, wenn das Ei nur auf 0,2 mm angewachsen ist, finden wir, dass das Keimbläschen seine Lage an der Peripherie verlassen hat und etwas in das Eiinnere hineingerückt ist (Fig. 179). Es ist hier entschieden amoeboid beweglich, worauf seine unregelmässige Contour deutet.

An dieser Stelle kann man das Keimbläschen noch ziemlich lange sehen. Figur 180 und 181 zeigen den oberen und unteren Pol eines 0,48 mm langen Eies. Das Keimbläschen zeigt hier noch drei sehr stark gefärbte Nucleolen, von denen einer an die Peripherie angedrückt ist. Am hinteren Pol (Fig. 181) sieht man einen deutlichen Dotterkern, ganz homogen, wie wir ihn schon bei manchen Formen kennen gelernt haben.

Bei den untersuchten Hymenopteren kann also der Austritt der „Ballen" zu sehr verschiedenen Zeiten stattfinden, entweder bei ganz jungen Eiern oder bei ziemlich viel älteren. Stets aber konnten wir sehen, dass das Keimbläschen an die Oberfläche des Eies rückt und dort die Ballen abgiebt; wenn dies geschehen war, so liess sich in den meisten Fällen constatiren, dass es wieder in das Innere des Eies hinein wandert. Im reifen Ei war nie ein Keimbläschen oder Eikern zu finden. Bei der Bildung des Dotterkerns konnten wir zwei Stadien unterscheiden: Zuerst werden kleinere Ballen in der Nähe des Keimbläschens gebildet, welche dann später zu einem am hinteren Eipol liegenden Dotterkern verschmelzen. Phyletisch sind die beiden Stadien auch ausgeprägt, indem eine grosse Anzahl von Hymenopteren nur die erste Art der Dotterkerne erreicht, es findet keine Verschmelzung der einzelnen Concretionen statt, sondern dieselben lösen sich auf. Ich schlage hierfür den Namen „diffuser Dotterkern" vor.

In den meisten Fällen löst sich der eigentliche Dotterkern, der diffuse Dotterkern immer, vor der völligen Ausbildung des Eies auf.

Aphrophora spumaria.

Tafel IX, Fig. 182—185.

Von Rhychoten habe ich nur die Schaumcicade untersucht und auch diese nur soweit, als es sich um Constatirung des Ballenaustrittes handelt.

In einem Ei, das schon eine Länge von 0,12 mm hat, sehen wir das Keimbläschen noch central gelegen (Fig. 182 Tafel IX). In dem Keimbläschen sind viele kleinere Nucleolen vorhanden. Das Plasma des Eies ist völlig homogen ohne Dotter. Die Kerne der Follikelzellen sind in diesen jungen Eiern sehr langgestreckt, während sie sich später abrunden.

In einem nur wenig grösseren Ei liegt das Keimbläschen schon an der Peripherie und ist an einer Seite eingebuchtet. In der Bucht liegen drei grosse ungefärbte Kugeln. Im Centrum des Keimbläschens liegt eine Anhäufung punctförmiger Substanz, welche wohl dem Nucleolus entspricht (Fig. 183). Im Ei ist schon etwas Dotter abgelagert und zwar ist derselbe an der Peripherie ganz feinkörnig, während wir etwas im Innern des Eies grössere Kugeln wahrnehmen. Ob letztere aus den ersteren entstanden sind oder ob sie dem diffusen Dotterkern der Hymenopteren entsprechen, muss noch eruirt werden.

In der Fig. 183 liegt das Keimbläschen ziemlich nahe dem oberen Eipol, es kann aber auch (Fig. 184) in der Mitte der Längsseite oder sogar etwas dem hinteren Pol genähert liegen. Wahrscheinlich rückt es dann aber noch gegen den oberen Pol. Fig. 185 zeigt endlich auch noch ein Keimbläschen in einem bedeutend älteren, schon sehr dotterreichen Ei. Auch hier sieht man noch „Ballen" am Keimbläschen liegen, wenn auch keine vollständige Einbuchtung mehr vorhanden ist.

Sehr deutlich ist hier schon eine periphere Plasmaschicht, das „Blastem", zu erkennen.

Später habe ich in Eiern kein Keimbläschen gefunden.

B. Spinnen.

Die Anatomie der weiblichen Geschlechtsorgane der Spinnen ist durch die Untersuchungen von RÖSEL [134], TREVIRANUS [161. 162], BRANDT [39], WITTICH [182] u. s. w. bekannt geworden. Sie bestehen aus zwei Ovarien, an die sich zwei Eileiter ansetzen, welche in einer gemeinsamen Vagina nach aussen münden. Die Eier ent-

stehen, wie Wittich [182], Siebold [150], V. Carus [46], Leydig [99], Plateau [128], Bertkau [29], Schimkewitsch [144] u. A. gezeigt haben, aus dem inneren Epithel dieser Ovarialsäcke und springen allmählich durch ihr Wachsthum immer mehr nach aussen vor, so dass das Ovarium endlich ein traubenförmiges Aussehen bekommt.

Die so vorspringenden Eier sind von keinem Follikel umgeben, sie treiben nur die dünne Tunica propria des Ovariums vor sich her. Die eigentliche Eihaut ist also die vom Ei selbst gebildete Membrana vitellina, welche aber oft noch verstärkt wird durch secundäre Anlagerung eines Secrets, welches die Ovarien oder Oviducte ausscheiden.

Näher auf die einschlägige Literatur einzugehen ist überflüssig, weil dieselbe bei Ludwig [106] und Schimkewitsch [144] eine ausführliche Berücksichtigung gefunden hat. Ueber das Vorhandensein des Keimbläschens im reifen Ei vergleiche die Einleitung.

Ein Dotterkern wurde bei vielen Spinnen beobachtet.

Die Eibildung bei Scorpionen ist nach Metschnikoff [111] ganz ähnlich, nur dass hier die Eier von einem Follikelepithel eingehüllt sind, Chelifer [112] hat dagegen keinen Follikel. Ganz ebenso entstehen die Eier der Milben [123. 124. 120. 74. 72], Pentastomiden [96. 27] und Tardigraden [66. 87].

Meine eigenen Beobachtungen sind ziemlich lückenhaft und grösstentheils an frischem Material gemacht. Auf Schnitten suchte ich dann noch die Histogenese der Eizelle festzustellen.

Epeira diademata.

Tafel IX, Fig. 186—194.

Leider kann ich nur Bilder von ziemlich jungen Eiern geben, da ich versäumte, ältere zur rechten Zeit frisch zu untersuchen und sich mein conservirtes Material als unbrauchbar erwies.

Die jüngsten Eier (Fig. 186, Taf. IX) zeigen ein helles, sehr fein granulirtes Plasma, in dessen Centrum das wasserhelle runde Keimbläschen liegt. Der Nucleolus ist vollständig rund. In etwas älteren Eiern (Fig. 187), die schon bedeutend an Volumen zugenommen haben, ist auch das Keimbläschen mit seinem Keimfleck sehr gewachsen. Letzterer zeigt hier eine unregelmässige, höckerige Oberfläche; wenn man etwas tiefer einstellt, so bemerkt man in seinem Innern eine Anzahl von Vacuolen, welche oft wie die Sectoren eines Kreises angeordnet sein können (Fig. 188 a).

Es können sogar diese Vacuolen zu einer einzigen grossen zusammenfliessen, so dass dann der Nucleolus eine Hohlkugel bildet (Fig. 188 b). Aehnliche Vacuolen wurden von LEYDIG bei Mikrophantes, von BALBIANI bei Phalangium und von SCHIMKEWITSCH bei Epeira beobachtet. Nach BALBIANI sollen sie an die Oberfläche des Nucleolus rücken und dort platzen.

In seltenen Fällen kann man einen Zerfall des Nucleolus in mehrere kleinere sehen (Fig. 189), was jedoch wohl eine pathologische Erscheinung sein dürfte.

Wenn man die Eier mit Methylgrünessigsäure behandelt, so tritt im Keimbläschen ein sehr schönes Kernnetz hervor, wie ich es in Fig. 190 abgebildet habe. Das Keimbläschen erscheint dann von einer doppelt contourirten Membran umgeben.

Von dem jüngsten Stadium an kann man die Eier eingeschlossen sehen von einer dünnen homogenen Membran, der ausgestülpten Tunica propria des Eierstockes. Ausserdem beobachtet man an Eiern, welche sich durch die Conservirung contrahirt hatten, noch eine sehr dünne Membrana vitellina (Fig. 194).

Bei Einwirkung von Methylgrünessigsäure zeigen sich in dem Stiel des Eies und in seinem an den Stiel angrenzenden Theil deutliche Kerne, in letzterem sogar Zellgrenzen. Diese Zellen (Fig. 191 u. 194, Taf. IX) haben auf den ersten Blick eine grosse Aehnlichkeit mit den Nährzellen von Apus, wie v. SIEBOLD sie abbildet [151]. LEYDIG und BERTKAU sahen sie ebenfalls an den Follikelstielen, letzterer nennt sie „Dotterbildungszellen". SCHIMKEWITSCH hat sie bei Epeira nicht gesehen, wohl aber bei Pholcus phalangoides; über ihre Funktion sagt er: „c'est cette couche, qui forme probablement les granules vitellins."

In Wirklichkeit resorbirt zu werden scheinen mir die Zellen nicht (nach der Art der Nährzellen anderer Thiere). Bei conservirten Eiern sieht man deutlich, dass es nur die Zellen der Stiele sind (Fig. 194), welche hier, im Gegensatz zum Ovarialepithel Zellgrenzen aufweisen. Die Nahrung für die Eier, welche von dem Inneren des Ovariums kommt, muss diese Zellen natürlich passiren, weshalb sie in gewisser Beziehung als rudimentärer Follikel zu betrachten sind. Ebenso gut wird das Ei mit seiner ganzen Oberfläche Nahrung aus dem Blute aufnehmen. Einen wirklichen Follikel sah ich nie; derselbe ist zwar von WITTICH beschrieben worden, doch sahen sämmtliche späteren Beobachter höchstens diese Zellen des Stieles. HENKING [75] gibt an, dass bei Trombidium

fuliginosum die Eier auf kurze Zeit vom Follikel umgeben seien, das aber nicht die Eihülle abscheidet. Aehnlich sagt Schimkewitsch [144], dass sich bisweilen bei Pholcus eine „Zellschicht“ auf der Innenseite des Follikels befindet. Beim Scorpion ist sicher ein Follikel die Regel.

Den bei so vielen Spinnen beobachteten Dotterkern habe ich, wie ich früheren Beobachtern bestätigen kann, niemals bei Epeira gesehen. Sabatier [138] will ihn bei dieser Gattung ein einziges Mal beobachtet haben. Er scheint also, wenn auch sehr selten, vorkommen zu können, ein Zeichen, dass wir es mit keiner fundamentalen Bildung zu thun haben. Bei einer Lycoside konnte ich einen Dotterkern neben dem Keimbläschen beobachten (Fig. 195). In seinem Centrum zeigte er feine Granulationen, während die äussere sehr dicke Rinde homogen war.

An Schnitten durch das Ovarium von Epeira konnte ich ganz junge Eier beobachten. Das Figur 192 abgebildete Ei zeigt noch keinen Kern von Bläschenform ausgebildet. Wir finden in ihm einen centralen und mehrere periphere, stark gefärbte Nucleolen. Man kann deutlich sehen, wie das Ei die Tunica propria des Ovariums gedehnt und ausgestülpt hat, ohne den Belag von Peritonialzellen, der das Ovarium von Aussen umgibt, mitzunehmen.

In Figur 193 ist das Ei schon etwas herangewachsen, der centrale Chromatinkörper hat sich vergrössert, während die peripheren entschieden im Schwinden begriffen sind. Noch mehr ist dies in Figur 194 der Fall, wo wir ausser dem einen grossen Nucleolus nur noch einige ganz winzige Paranucleolen beobachten. Von dem Kerngerüst ist durch die Conservirung nicht viel zu sehen. Diese Art der Entstehung des Keimbläschens erinnert ganz an die, wie wir es bei Carabus gesehen haben. Hier wie dort blieb von allen Chromatinkörpern der Keimzelle nur einer übrig, der zum Nucleolus ward. Von einem Auswandern der verschwundenen Chromatinkörner war aber nie etwas zu sehen. Wenn auch dieselben die gleiche Grösse wie die Kerne des Eistiels haben, so wäre es doch eine äusserst gewagte Annahme, letztere aus ihnen herzuleiten. Sie sind natürlich nichts anderes als die Kerne des Ovarialepithels. Ausserdem kann man ja auch das allmähliche Kleinerwerden der Chromatinbrocken verfolgen.

Die eigentliche Reifungsgeschichte des Eies konnte ich leider nicht verfolgen.

Phalangium sp.

Tafel IX, Fig. 196—201.

Die Eier von Phalangium sind von BALBIANI [8. 11.] RÖSSLER [135], LOMAN [104] und H. BLANC [12] untersucht worden. Die Entstehung der Eier aus dem Ovarialepithel ist ganz ebenso wie bei den echten Spinnen. Hier wie dort wird die Tunica propria mit herausgestülpt und bildet so die erste dünne Haut, welche das Ei umschliesst. Erst später kömmt eine Membrana vitellina hinzu.

Das junge Ei, wie solches nach dem frischen Präparat in Figur 196 abgebildet ist, zeigt ein hyalines Plasma, in das ganz feine Körnchen, welche wohl als Dotter zu deuten sind, eingestreut sind. An der Peripherie finden sich stets weniger Dotterkörnchen als gegen das Centrum. Das Keimbläschen ist im Leben wasserhell und stets völlig scharf begrenzt. Bei der Einwirkung von Reagentien zeigt sich ein sehr schönes Kernnetz (Fig. 196). Es findet sich hier ein grosser Nucleolus, der, wie auch BALBIANI angibt, mehrere Vacuolen enthält. Mehrere Nucleolen, die nach RÖSSLER in den ganz jungen Eiern vorkommen sollen, habe ich nicht gesehen. Es wird aber wohl ähnlich sein, wie ich oben bei den ganz jungen Eiern von Epeira beschrieben habe (cf. Fig. 192).

Das Plasma des Eies beginnt nun zu dunkeln, indem sich immer mehr Dotterpartikel in demselben ablagern. Es nimmt dabei eine leicht bräunliche Färbung an. Der äusserste Rand hat weniger von diesen feinen Dotterpartikeln, dieselben sind mehr um das Keimbläschen gelagert. Dadurch wird letzteres etwas undeutlich, doch ist der Nucleolus immer noch scharf zu erkennen, nur die äussere Umgrenzung des Keimbläschens ist uns durch den Dotter etwas verdeckt (Fig. 189).

Das früher ganz im Centrum gelegene Keimbläschen kann man im nächsten Stadium bisweilen schon etwas excentrisch gelagert finden. Doch ist der wichtigste Vorgang auf dieser Stufe die Veränderung des Dotters. Derselbe besteht nun nicht mehr aus kleinen Körnchen, sondern zum grössten Theil aus ansehnlichen Kugeln, in welchen man sogar bisweilen kleine Vacuolen bemerken kann. Wie diese Kugeln entstehen, weiss ich nicht anzugeben. Das Ei hat nun eine, bei auffallendem Licht weisse und bei durchfallendem fast schwarze Farbe angenommen. Es ist also opak-weiss.

Das Keimbläschen ist dann nur noch als ein heller Fleck sichtbar, der frei von Dotterkörnern erscheint (Fig. 199). Auch die

Einwirkung von Essigsäure zeigt ihn uns nicht deutlicher. Erst beim Zerdrücken des Eies kann man in den meisten Fällen noch einen Nucleolus sehen, der eine enorm grosse Vacuole zeigt, so dass er das Aussehen einer Hohlkugel mit ziemlich dünner Wandung hat.

Während nun das Ei bedeutend wächst, wandert das Keimbläschen immer mehr der Peripherie zu (Fig. 200), bis es schliesslich hart an derselben liegt (Fig. 201). Das Ei hat hier einen Durchmesser von ca. 1 mm erreicht. Seine Membran ist bedeutend verdickt, so dass man wohl annehmen kann, dass es eine Membrana vitellina gebildet hat.

Später ist von dem Keimbläschen am frischen Ei keine Spur mehr aufzufinden. Auch beim Zerdrücken zeigt sich uns nichts. Am reifen Ei hat sich der Dotter oft an einigen Stellen von der Eihaut retrahirt; letztere ist schwach gelblich gefärbt und fein punktirt.

Die eigentliche dicke Eihaut „Chorion" soll nach Loman durch ein Secret des Oviducts vor der Befruchtung gebildet werden.

Soviel liess sich hier wenigstens am frischen Material constatiren, dass das Keimbläschen an die Peripherie rückt und dort offenbar grosse Umwandlungen durchmacht, so dass wir es später nicht mehr auffinden können. Welcher Art diese Umwandlungen sind, kann ich leider nicht angeben, das liesse sich nur auf Schnitten constatiren und letztere sind mir nicht gelungen. Mit der bei Insekten angewandten Methode wird der Dotter stark verändert, so dass sich an den Eiern nichts sehen liess. Es lässt sich aber wohl vermuthen, dass die Reifungsvorgänge denen der Insekten ähnlich sind.

In dem reifen abgelegten Ei von Spinnen fand Claparède [47] keinen Kern, glaubt aber doch, dass die Blastodermzellen vom Keimbläschen abstammen (siehe Einleitung). Letzteres werden wir auch annehmen müssen.

C. Myriopoda.

Die weiblichen Geschlechtsorgane der Myriopoden bestehen, wie uns die Untersuchungen von Joh. Müller [118], M. Brandt [40], F. Stein [154], Duvernoy [53] und Fabre [55] gezeigt haben aus einem langen unpaaren schlauchförmigen Ovarium, das aber oft paarige Ausführungsgänge hat. Letztere sind mit accessorischen Drüsen, oft auch mit paarigen Receptacula verbunden.

Bei den Chilognathen münden die paarigen Ausführungs-

öffnungen am Hüftgliede des zweiten Beinpaares oder hinter demselben, während die unpaare Oeffnung der Chilopoden am hinteren Körperende liegt. Die Eier entstehen aus dem inneren Zellbelag der Ovarien, aber nur an lokalisirten Stellen, welche FABRE als „strome ovuligène“ oder als „placentaire“ bezeichnet. Diese bilden Längsleisten, welche die ganzen Ovarien durchziehen; bei den Chilopoden finden sich zwei, bei den Chilognathen jedoch nur eine derselben. Die Genese der Eier wird uns von STEIN [154], LUDWIG [106] und SOGRAF [152] beschrieben.

Aus den anfangs gleichartigen Kernen des inneren Ovarialepithels differenziren sich die Kerne der Eizellen heraus und umgeben sich mit Plasma. Ein Follikelepithel ist stets vorhanden und sondert wahrscheinlich das Chorion ab.

Die Dotterhaut soll nach SOGRAF [152] sehr früh mit dem Chorion verschmelzen. Ein oder mehrere Dotterkerne wurden bei vielen Arten (Lithobius, Geophilus, Glomeris, Julus, Polydesmus etc.) beobachtet. Die Dotterelemente sind uns als Körnchen und Tröpfchen von LEUCKART [98] beschrieben. In dem abgelegten Ei konnte SOGRAF keinen Kern auffinden. Der Zusammenhang der ersten Embryonalkerne mit dem Keimbläschen blieb dunkel.

Ich habe nun Julus und Glomeris untersucht und zwar theils auf Schnitte, theils frisch (Julus).

Von Interesse ist noch eine Notiz von SCHIMKEWITSCH [144], der angiebt, dass sich abnormer Weise Eifollikel bei Myriapoden auch nach aussen, wie bei den Spinnen bilden können.

Julus sp.

Tafel IX, Fig. 203—212.

Die untersuchte Art habe ich leider nicht genau bestimmt, ich glaube aber nicht, dass es sich um J. terrestris handelte, da ich niemals einen Dotterkern fand, der von LUDWIG [106] für diese Art beschrieben wird.

Betrachten wir erst einmal, was am frischen, in physiologischer Kochsalzlösung untersuchten Material zu sehen ist.

Wenn die Eier schon einen Durchmesser von 80 μ erreicht haben (Fig. 202) liegt das hyaline, wasserhelle Keimbläschen ganz central, es hat einen grossen Nucleolus, in welchem sich eine Vacuole befindet. Das Eiplasma ist homogen, zeigt aber schon einige winzige Dotterkörnchen. Das ganze Ei ist von einem Follikel umgeben.

Beim Wachsthum des Eies nehmen die Dotterkörnchen an Anzahl bedeutend zu. Fig. 203 zeigt uns schon ziemlich viele im Centrum des Eies, während die Peripherie von ihnen frei bleibt. In dem Keimfleck sind hier mehrere Vacuolen zu sehen. Wenn man das Keimbläschen eines solchen Eies mit Methylgrünessigsäure behandelt, so tritt ein schönes Kernnetz hervor (Fig. 204).

Die weitere Entwickelung ist nun ganz ähnlich, wie ich es oben für Phalangium beschrieben habe. Die Körnchen nehmen, besonders im Centrum, stark zu, so dass das Keimbläschen undeutlich wird (Fig. 205, bei schwacher Vergrösserung); das Ei hat einen Durchmesser von 0,23 mm.

Später sehen wir nun anstatt des feinkörnigen Dotters grössere Kugeln, welche das ganze Ei erfüllen (Fig. 206). Das Keimbläschen ist dann nur noch als heller Fleck erkennbar, den wir auf seiner Wanderung an die Peripherie verfolgen können, bis er endlich hart dem nun schon gebildeten Chorion anliegt (Fig. 207). In grösseren Eiern ist kein Kern mehr zu sehen.

Die Entstehung der Eizellen aus den Kernen des Ovarialepithels lässt sich auf Schnitten sehr schön nachweisen. Fig. 208 zeigt zwei der jüngsten Eizellen, welche ich auffinden konnte. Jedesmal können wir schon deutlich das Keimbläschen von den Epithelkernen unterscheiden. Während die Grundsubstanz dieser sich ziemlich stark blau färbt, wird bei Doppelfärbung der junge Eikern hellroth gefärbt. Das Keimbläschen des jüngsten Eies (*a*) hat, wie wir das auch bei andern jungen Eizellen sahen, einen centralen und eine Anzahl peripherer Chromatinkörper. Die andere Eizelle (*b*) zeigt uns, dass sich die letzteren schon in ihrer Anzahl vermindert haben. Niemals habe ich Bilder beobachtet, welche auf das Auswandern dieser Chromatinkörper hindeuteten.

Die Eizelle entsteht immer in der unteren Schicht des Ovarialepithels, so dass sie noch von einer dünnen Lage von Zellsubstanz, welche zum Epithel gehört, bedeckt ist. Mehrere Kerne des letzteren haben sich schon hier (Fig. 208, *b*) an die Eizelle angelegt. Sie werden zum Follikelepithel. So erklärt sich die Entstehung des Follikels doch viel einfacher als dadurch, dass Chromatinkörper aus dem Keimbläschen auswandern, welche nun zu Follikel-Kernen heranwachsen sollen. Diese Art und Weise der Auswanderung von Theilen des Keimbläschens scheint allmählich immer mehr an Unwahrscheinlichkeit zu gewinnen.

Figur 209 zeigt das Ei schon ziemlich gewachsen. In dem

Keimbläschen ist nur noch ein vacuolenhaltiger Nucleolus, nichts aber von peripheren Chromatinkörnern zu sehen. Der Follikel enthält eine Anzahl Kerne, welche mit denen des Ovarialepithels identisch zu sein scheinen, höchstens sind sie etwas kleiner.

Ein Ei, in dem das Plasma schon bedeutend körnig geworden ist, resp. eine Menge von feinen Dotterkörnchen enthält, ist auf Figur 210 abgebildet. Es ist bereits eine feine Membrana vitellina sichtbar. Der Follikel ist mittlerweile sehr stark geworden.

Während sich nun der grosskörnige Dotter ausbildet, bleibt das Keimbläschen fürs erste noch vollkommen central gelegen. Figur 211 zeigt ein solches Ei von 0,22 mm Durchmesser. Das Follikelepithel hat ein ziemlich dickes Chorion abgeschieden, welches aber durchlässig sein muss, da das Ei noch bedeutend heranwächst. Später (Fig. 212) finden wir das Keimbläschen von unregelmässiger Form ganz in der Nähe der Eiperipherie gelegen. Sein Nucleolus ist noch erhalten, aber das Ganze macht den Eindruck, als wenn es in starker Metamorphose begriffen wäre. Das Ei hat hier einen Durchmesser von ca. 0,35 mm. Von einer Dotterhaut ist nichts mehr zu sehen, sie scheint resorbirt, oder wie SOGRAF angibt, mit dem Chorion verschmolzen zu sein.

In älteren Eiern konnte ich keinen Kern mehr auffinden.

Glomeris marginata.

Tafel X, Fig. 213—223.

Bei der Gattung Glomeris lässt sich sehr schön die Entstehung der Eier aus dem Ovarialepithel verfolgen. Figur 213 zeigt uns einen Schnitt durch ein solches Feld des Ovariums, an dem die Eier entstehen (Placenta, Raphe). Wir sehen, dass die Wand des Ovariums aus einem äusseren Peritonealepithel (*p*) mit Muscularis (*m*) und aus dem inneren „Keimepithel“ (*ep*) besteht. Letzteres zeigt keine Zellgrenzen, es sind Kerne in eine fein granulirte Plasmaschicht eingelagert. Diese Kerne nehmen bei Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin eine violette Farbe an. Hier und da zeichnet sich ein Kern durch seine Grösse, seine rothe Kerngrundsubstanz und besonders durch seinen tiefblauen Nucleolus aus (Fig. 213. *x*). Dies sind die jungen Keimbläschen, die schon einen Plasmahof um sich gesammelt haben. An der Figur 213, die bei schwächerer Vergrösserung gezeichnet ist, lässt sich auch noch sehr schön das Wachsthum der Eier verfolgen und wie dieselben den

Follikel nach sich ziehen, der immer mit dem Ovarialepithel continuirlich zusammenhängt.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der einzelnen Stadien über. In Figur 214—216 sind drei der ganz jungen Eizellen, wie sie noch im Ovarialepithel liegen, bei stärkster Vergrösserung abgebildet. Die Keimbläschen färben sich ziemlich stark roth, während der Nucleolus tief blau wird. Ausser letzterem finden sich noch eine ganze Anzahl von kleinen, peripheren, blauen Chromatinkörnern. Das Plasma des Eies ist feinkörnig und scharf vom Ovarialepithel abgegrenzt. Ein Follikel ist in Figur 214 und 215 noch nicht zu constatiren, dagegen kann man in Figur 216 sehen, wie sich eine Follikelzelle mit plattgedrücktem Kern an das Ei dicht anlegt (*f*). Man muss nun allerdings zugeben, dass gerade in diesem Ei, wo zuerst ein Follikel sichtbar ist, die peripheren Chromatinkörner an Zahl abgenommen haben. Doch ist das noch kein Grund, um eine Entstehung der Follikelkerne aus den Chromatinkörnern des Keimbläschens anzunehmen. Erstens müsste man doch irgend einmal einen solchen Kern auf dem Wege zur Eiperipherie antreffen, das ist aber nie der Fall und dann müsste doch gerade an der Seite, wo der neuentstandene Follikelkern liegt, die Chromatinkörner des Keimbläschens fehlen, während sie dort gerade noch vorhanden sind und an den andern Seiten, wo keine Follikelkerne liegen, fehlen. Ich habe mich nie von einer derartigen Auswanderung nach der Art von Will [178. 179], Roule [135 a], Fol [59. 60] und Balbiani [13] überzeugen können.

Schliesslich sind alle peripheren Chromatinkörner verschwunden und nur noch der grosse, blaue Nucleolus zurückgeblieben. Bald aber sieht man in der Kerngrundsubstanz ganz winzig kleine Chromatinkörnchen in grosser Anzahl (Fig. 217. 220). Das Ei wächst bedeutend heran und ist nun ganz in seinen Follikel eingeschlossen.

In diesem Stadium (Fig. 217) beginnt nun die Bildung der Dotterkerne. Man sieht gewöhnlich in der Nähe des Keimbläschens einen oder mehrere grosse Ballen, die aus einzelnen Kugeln bestehen. Diese färben sich mit Pikrocarmin, wenn man die Pikroinsäure nicht ganz extrahirt, bedeutend mehr gelbroth, als das Eiplasma. Solcher Concretionen sind in jedem Ei dieses Stadiums 1—3 vorhanden (vgl. Fig. 213). Das Ei hat hier eine durchschnittliche Grösse von 80 : 60 μ.

Im Laufe des Wachsthums verschwinden diese Dotterconcremente, ohne eine Spur zu hinterlassen, so dass man in einem Ei

von 210 : 100 μ (Fig. 218) nichts mehr von ihnen wahrnehmen kann. Sie scheinen sich einfach aufgelöst zu haben, denn das Plasma des Eies hat noch dieselbe Beschaffenheit wie vorhin. In dem Keimbläschen ist ausser dem einen grossen Nucleolus gewöhnlich noch ein kleinerer vorhanden (Fig. 220). Höchst wahrscheinlich stammt dieser von dem grossen Nucleolus ab, wenigstens deuten mir einige Bilder darauf hin. In Fig. 219 und 221 sind zwei Keimbläschen abgebildet, deren Nucleolus kleine Protuberanzen hat, die sich bedeutend weniger färben als der Nucleolus selbst. Neben dem grossen liegt in Fig. 219 ein ganz kleiner blasser Nucleolus, der wohl höchst wahrscheinlich so aus dem grossen an der Stelle hinausgedrungen ist, die durch die Protuberanzen noch markirt ist. In Fig. 221 ist der kleinere schon ebenso dunkel wie der grosse. Diese Protuberanzen erinnern an die Bilder, die BALBIANI [13] vom Keimfleck von Geophilus giebt. Am Keimbläschen habe ich aber niemals einen rothen „Trichter" bemerken können. — In späteren Stadien ist der kleine Nucleolus verschwunden. Es spricht nichts dafür, dass er wirklich aus dem Keimbläschen ausgewandert ist, er kann sich ebenso gut aufgelöst haben. Man müsste sonst doch einmal einen solchen Nucleolus ausserhalb des Keimbläschens beobachten.

In dem Ei beginnt nun eine Abscheidung von zwei ganz verschiedenen Dotterarten; die eine, welche sich durch die Pikrinsäure des Pikrocarmins gelbroth färbt, bildet am Rande des Eies ganz kleine, im Centrum dagegen grössere Kugeln. Letztere sind offenbar aus ersteren entstanden, denn man findet alle Uebergänge zwischen ihnen. Die zweite Dotterart färbt sich bei der Doppelfärbung blau mit einem Schimmer ins Violette, sie bildet gewöhnlich Ansammlungen in der Nähe der Eiperipherie (Fig. 222) und kann sogar eine ganze Schicht um das Ei herum bilden. — Das Keimbläschen liegt noch central mit seinem grossen Nucleolus und den kleinen Chromatinkörnchen.

In einem noch weiter vorgeschrittenen Ei (Fig. 223) liegt das Keimbläschen, in welchem die kleinen Chromatinkörnchen bedeutend abgenommen haben, an der Peripherie des Eies und ist an der einen Seite abgeplattet, ja sogar etwas eingedrückt, ganz ähnlich wie wir es bei so vielen Insekten beobachtet haben.

Ich glaube deshalb, dass es ein nicht zu kühner Schluss ist, wenn ich dies hier für ein ähnliches Stadium halte, wie das bei den Insekten, wo die Ballen austraten. Ich glaube, dass man

dreist behaupten kann, dass die Reifungserscheinungen, wenn auch es nicht ebenso, so doch sehr ähnlich wie bei den Insekten vor sich gehen.

Der „gelbe“ Dotter hat sich stark vermehrt, von dem „blauen“ ist noch eine dünne periphere Schicht übrig; ausserdem findet man aber stets einen grossen Ballen von unregelmässiger Form, der aus blauem Dotter besteht. Ich glaube, dass dieser durch Zusammenballen der peripheren Schicht entstanden ist, besonders weil man ihn häufig in Contact mit derselben findet. Seine Substanz scheint dann unmittelbar in die der peripheren Lage überzugehen.

Das Ei hat schon eine Membran erhalten, ob letztere aber als Dotterhaut oder Chorion zu deuten ist, vermag ich nicht zu entscheiden.

Das hier vorliegende Ei hat einen Durchmesser von 0,6 mm; in grösseren gelang es mir niemals, einen Eikern aufzufinden.

D. Peripatus Edwarsii.

Tafel X, Fig. 224—233.

Die Geschlechtsorgane von Peripatus sind von Grube [70], Hutton [83], Moseley [116], Balfour [17] und neuerdings von Kennel [88] so ausführlich beschrieben worden, dass es überflüssig wäre, nochmals die Schilderungen der Autoren zu recapituliren. Das äusserlich unpaare Ovarium besteht aus zwei der Länge nach verwachsenen Schläuchen. Auf die Histologie derselben sind Kennel [88], besonders aber Graffon [65] näher eingegangen. Die Wand des Ovariums besteht aus einem inneren Keimepithel, einer Tunica propria, einer Muscularis und einer äusseren Hülle von Peritonealepithel.

Aeusserlich gleichen demnach die Ovarien sehr denen der Myriopoden, nur dass hier an der ganzen Innenfläche die Eier entstehen, während sie dort auf bestimmte Leisten beschränkt sind.

Durch die Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. v. Kennel, der mir seine gesammten Schnittserien durch die Ovarien und die Receptacula ovorum zur Verfügung stellte, war ich nun in der Lage, die Entstehung der Eier aus den Kernen des Keimepithels und einige spätere Veränderungen der Eier verfolgen zu können.

Fig. 224 stellt ein Stück der Ovarialwand mit einigen der jüngsten Eizellen dar.

In dem inneren Keimepithel (*ep*) sind keine Zellgrenzen zu bemerken, es sind Kerne, die in eine ziemlich homogene wenig gefärbte Plasmamasse eingelagert sind. Die einzelnen Kerne sind scharf begrenzt, ihre Kerngrundsubstanz färbt sich mit Boraxcarmin ziemlich stark und ist völlig homogen. In diese sind eine Anzahl Chromatinkörper eingelagert, welche für gewöhnlich eine Anhäufung im Centrum bilden.

Wenn nun aus einem solchen Kern ein Eikern werden soll, so vergrössert er sich beträchtlich und vermehrt die Chromatinkörner; letztere sind dann in der ganzen Kerngrundsubstanz vertheilt (Fig. 224, *e*). Hier ist schon der Eikern mit einem Plasmahof umgeben.

In dem nächst älteren Ei ist das Plasma sehr vermehrt, der Kern hat noch dieselbe Beschaffenheit wie im vorigen Stadium, nur ist er zufällig etwas kleiner. Etwas fällt uns aber bei genauerer Betrachtung daran auf, und das ist das Auftreten eines runden ganz intensiv gefärbten Chromatinkörpers, des späteren Nucleolus. Derselbe ist hier noch sehr klein, bei dem nächsten Ei (e_3) hat er aber schon an Grösse zugenommen. Zugleich haben sich hier einige Kerne an das Ei angelegt und sind dort abgeplattet, die Follikelkerne. Es ist wohl nichts selbstverständlicher, als dass dieselben aus den Kernen des „Keimepithels“ herzuleiten sind.

In der Fig. 225 haben sich die Follikelkerne noch vermehrt, hier kann man schon von einem Follikelepithel sprechen, denn wir haben es nun mit einer vollkommenen Zellschicht zu thun, welche sich aus dem Keimepithel herausdifferenzirt hat. Der Eikern ist ein klein wenig heller geworden, als er es in Fig. 224 (e_3) war; die Chromatinkörper haben sich etwas vermindert. Im Eiplasma ist eine radiäre Anordnung zu bemerken, die wahrscheinlich am frischen Object noch viel deutlicher sein wird.

In dem Fig. 226 abgebildeten Ei sehen wir eine grosse Veränderung des Keimbläschens. Die Anzahl der Chromatinkörper hat sich bedeutend vermindert, die einzelnen sind aber dafür etwas grösser geworden. Der grosse Nucleolus unterscheidet sich deutlich von den übrigen. Im Eiplasma zeigt sich am Keimbläschen eine Verdichtung, die aber nicht überall anzutreffen ist. Sie kann sich später loslösen und als eine Art von Dotterkern im Eikörper liegen (cf. Fig. 230). Ich schreibe diesem Gebilde, da es nicht constant auftritt, keine wesentliche Bedeutung zu; vielleicht haben wir es sogar mit einem Artefact zu thun.

Die Chromatinkörper im Keimbläschen verändern sich noch etwas, indem sie noch weniger und grösser werden; sie bilden dann vollständige stark gefärbte Kugeln, die aber immer noch kleiner sind als der eigentliche Nucleolus, der hier eine Vacuole aufweist (Fig. 227).

Auf diesem Stadium findet man die grössten Ovarialeier, die dann einen ungefähren Durchmesser von 4—5 μ haben.

Eben solche Eier findet man nun auch in dem Gebilde wieder, welches Kennel zuerst als „zipfelförmigen Anhang", später als „Receptaculum ovorum" beschrieben hat. Graffon [65] meint diese Zellen, welche im Receptaculum lägen, hätten freilich grosse Aehnlichkeit mit Eiern, er hält sie aber für „vergrösserte Peritoneal- und Bindegewebszellen".

Wenn man jedoch die Zellen ansieht, die ich weiter unten aus dem Receptaculum beschreiben werde, so sieht man gleich, dass von „Fettkörperzellen" keine Rede sein kann. Wir haben es thatsächlich mit echten Eiern zu thun, die hier im Receptaculum ovorum reifen und wahrscheinlich befruchtet werden. Ich kann also Kennel's Deutung des „zipfelförmigen Anhangs" vollständig bestätigen.

Wenn wir nun die Eier des Receptaculums näher betrachten, so finden wir viele derselben auf dem Stadium, wie es in Fig. 227 abgebildet ist, nur ein klein wenig grösser: das runde, scharf begrenzte Keimbläschen enthält einen grösseren Nucleolus, welcher meistens eine Vacuole aufweist und ausserdem eine Anzahl von kleineren Chromatinkugeln. Die grösste Zahl der Eier zeigt aber, wie Kennel sagt, „in ihrem Kern und Kernkörperchen Structurverhältnisse, wie sie vielfach von Eiern bekannt geworden sind, die sich zur Aufnahme von Spermatozoen vorbereiten."

Es zeigt sich nun, dass die Eier von Peripatus so deutliche und klare Bilder von Kerntheilung und wahrscheinlich auch von Befruchtung liefern, wie sie bis jetzt nur an den Eiern von Ascaris megalocephala bekannt geworden sind. Besonders die Mikrosomen der einzelnen Kernschleifen sind von einer erstaunlichen Grösse. Allerdings würde ein sehr umfangreiches Material dazu gehören, um den ganzen Entwicklungsgang verfolgen zu können, und das stand mir leider nicht zur Verfügung. Es macht grosse Schwierigkeiten, die bezüglichen Bilder zu deuten, so dass mir dies oft nicht gelungen ist. Ausserdem sind natürlich die Eier im Schnitt nicht immer günstig getroffen und auch häufig die Mikrosomen aus ihrer Lage gerückt. Wenn ich dennoch einige der erhaltenen Bilder

wiedergebe, so geschieht es erstens um zu zeigen, dass wir es hier mit regelmässiger, indirekter Kerntheilung zu thun haben, die in der That auf die Bildung von Richtungskörpern schliessen lässt, dann aber auch um überhaupt auf diese interessanten Verhältnisse hinzuweisen. Vielleicht ist ein anderer so glücklich, dieselben näher studiren zu können.

Die Eier liegen alle durcheinander, so dass man aus ihrer Lage keine Schlüsse auf die Folge der Erscheinungen machen kann.

Ich muss mich darauf beschränken, einige Bilder herauszugreifen.

In Fig. 228 sehen wir eine deutliche Kerntheilungsfigur, die wahrscheinlich durch Umwandlung des Keimbläschens entstanden ist. Es haben sich zwei Kernschleifen von je sechs Mikrosomen gebildet. In der Figur sind die Mikrosomen der einen Schleife, weil weiter zurückliegend, heller gezeichnet als die der andern. Von der achromatischen Strahlenfigur sieht man in Natur nicht ganz so viel, wie ich gezeichnet habe, die beiden Strahlencentren sind aber mit Sicherheit zu erkennen. Die ganze Umgebung des Kerns ist vom Eiplasma gut zu unterscheiden; letzteres ist netzförmig, radiär angeordnet, während die Substanz des Kerns (Achromatin) hier, wie bei allen Figuren, durch die Reagentien eine sehr feinkörnige Structur angenommen hat.

Fig. 229 zeigt dasselbe Bild, nur ist hier der Schnitt senkrecht zu dem vorigen gefallen, so dass er gerade die „Kernplatte“ im Aequator getroffen hat. Man kann wieder zwei Kernschleifen von je sechs Mikrosomen erkennen, die jedoch hier etwas aus ihrer Lage geschoben sind.

Es fragt sich nun, sind diese Kerntheilungen auf die Ausstossung eines Richtungskörpers oder auf die erste Furchung zurückzuführen. Das lässt sich natürlich äusserst schwer entscheiden, aber wenn man bedenkt, dass KENNEL die Eier mit 2 und 4 Furchungskernen als mit einer feinen Dotterhaut umgeben schildert, während dieselben hier vollkommen nackt sind, so ist wohl wahrscheinlich, dass wir es hier mit der „Richtungsspindel“ zu thun haben. Nach KENNEL werden höchst wahrscheinlich 2 Richtungskörper gebildet, die unter der Membrana vitellina liegen und später resorbirt werden.

Ich gebe jetzt noch eine Anzahl von Bildern, die mir auf Befruchtung hinzudeuten scheinen, deren specielle Deutung ich aber nicht wage, da besonders eins, Fig. 234, von den andern sehr abweichend ist. Im allgemeinen lässt sich sagen, dass der Eikern

wieder 2 Kernschleifen zu 6 Mikrosomen bildet. Der Spermakern zerfällt ebenfalls in 2 Schleifen, deren Mikrosomenanzahl ich aber nicht feststellen konnte, bald schienen es mir 3, bald aber auch mehr zu sein.

Figur 230 zeigt den Eikern (*ek*) und Spermakern (*sp*) noch ziemlich entfernt. Die beiden Schleifen der Spermakerne liegen nahe aneinander.

In Figur 231 haben sich die beiden Eikernschleifen (*ek*) (an der hinteren ist ein Mikrosom nicht in den Schnitt gefallen) um 90° gedreht. Die Schleifen des Spermakerns sind auseinander gerückt, und haben sich dem Eikern genähert. Figur 232 zeigt die Spermakernschleifen denen des Eikerns noch mehr genähert, sie scheinen im Begriff zu sein, sich zu conjugiren. In der Figur 233 endlich scheint es sich um eine Halbirung aller Mikrosomen zu handeln. Es sind auch hier wieder Andeutungen der achromatischen Figur vorhanden. Was aber die 3 Mikrosomen an jedem Pol der „Spindel" zu bedeuten haben, vermag ich nicht zu sagen.

Soviel ist also wenigstens sicher gestellt, dass wir es bei Peripatus Edwarsii mit einer regulären indirekten Kerntheilung und mit der Bildung von Richtungskörpern zu thun haben im Gegensatz zu den andern von mir untersuchten Arthropoden.

Nach Sedgwick sollen auch die Eier von Peripatus capensis, die 4mm lang sind, Richtungskörper bilden. Wenigstens hält Sedgwick in seiner vorläufigen Mittheilung [149] kleinere Kügelchen, welche in einer Einbuchtung des Dotters an der Mitte einer langen Eiseite auftreten, für solche. Wir müssen aber erst eine genauere Untersuchung abwarten, ehe wir entscheiden können, ob es sich hier um wirkliche Richtungskörper, die durch indirekte Kerntheilung entstehenden sind, handelt*).

Anhang zum beschreibenden Theil.

Die Genese des Tunicateneies.

Weil mich durch die vorliegende Arbeit die Geschichte des Keimbläschens, insbesondere auch in Betreff der Follikelzellenbildung interessirte, so benützte ich einen Ferienaufenthalt in Helgoland im August 1885 dazu, diese Frage auch bei den Tunicaten in Angriff

*) Die neuere Arbeit von Sedgwick (Quarterly Journal Bd. 26 n. s. 1886) lässt wohl keinen Zweifel mehr aufkommen, dass Per. capensis Richtungskörperchen bildet.

zu nehmen. Ich stellte an Ort und Stelle einige Beobachtungen am frischen Material an und versorgte mich mit conservirten Exemplaren*). Leider reichte das Material nicht aus, um zu einer definitiven Lösung der Frage zu gelangen, so dass ich die weitere Verfolgung aufgeben musste. Ich wollte jedoch nicht unterlassen, die gewonnenen Resultate zur Kenntniss zu bringen; wenn dieselben auch lückenhaft sind, so können sie vielleicht doch etwas zur Aufklärung beitragen. Leider bin ich nicht im Stande, die angefertigten Zeichnungen mit zu veröffentlichen, ich muss mich mit zwei etwas schematisirten Holzschnitten begnügen. Jedoch stelle ich Jedem meine Präparate und Zeichnungen zur Verfügung.

Bekanntlich stehen sich in der Frage nach der Entstehung von Follikel- und Testazellen der Tunicaten zwei ganz differente Ansichten scharf gegenüber, die einen meist älteren Autoren, wie KOWALEWSKY**), GIRARD***), SEELIGER†), leiten dieselben von ausserhalb der Keimzellen liegenden Zellen ab, während die andern, ROULE, FOL, sowie BALBIANI und WILL (bei Arthropoden), behaupten, dieselben entständen, indem Chromatinpartikel des Keimbläschens auswanderten und zu neuen Kernen heranwüchsen.

Einen Mittelweg schlägt SABATIER ††) ein, indem er wie KUPFFER†††) für die freie Bildung der fraglichen Kerne eintritt.

Was nun meine Resultate anbetrifft, so ist mir die Entstehung der Follikel- und Testazellen aus dem Keimbläschen im höchsten Grade unwahrscheinlich geworden; wenn ich auch nicht positiv beweisen kann, dass dieselben nicht daraus abstammen, so ist doch die andere Erklärung durch Einwanderung von aussen die bei weitem wahrscheinlichere.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir Clavelina lepadiformis und Amaroecium rubicundum. Die Untersuchung des

*) Bei der Beschaffung des Materials leistete mir der bekannte Helgoländer Fischer Herr HILMAR LÜHRS höchst bereitwillig die besten Dienste.

**) A. KOWALEWSKY. Weitere Studien über die Entwickelung der einfachen Ascidien, in: Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. VII. 1871.

***) A. GIRARD. Sur l'embryogenie des Ascidiens du genre Lithonepheria, in: Compt. rend. I. 92. 1881.

†) O. SEELIGER. Zur Entwickelung der Ascidien, in: Wiener Sitzungsberichte. Bd. 85. p. 361—413.

††) A. SABATIER. Sur les cellules du Follicule etc. chez les Tuniciers, in: Recueil. zool. suisse. Tom I. 1884.

†††) C. KUPFFER. Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren, in: Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. IV. 1870.

frischen Materiales ergab sehr wenig, so dass ich auf dieselbe nicht weiter eingehen werde.

Die ganzen Thiere wurden mit Flemming'scher Lösung oder mit heissem Sublimat gehärtet und später die Schnitte mit Saffranin resp. Boraxcarmin oder Haematoxylin gefärbt.

1. Amaroecium rubicundum.

Die jüngsten Eianlagen sind kaum von den Kernen des Keimlagers zu unterscheiden. Die letzteren haben, ganz ähnlich wie ich es von Carabus, Myriopoden und Spinnen beschrieben habe, in ihrem Centrum ein oder mehrere Chromatinpartikel; ebenso ist ihre Peripherie mit Chromatinkörnchen besetzt (Fig. 1. *k*). Die Kerne liegen in einem Syncitium. Einige derselben bilden sich nun zu den jungen Eiern aus, sie umgeben sich mit einer allmählig grösser werdenden Plasmaschicht und wachsen selbst an. Während dessen wird ihre Kerngrundsubstanz bei Haematoxylinfärbung heller (Fig. 1. *a*.) Der innere Chromatinballen wächst nun bedeutend und wird wahrscheinlich zum Nucleolus, die peripheren Körner aber rücken beim Wachsthum des Kernes immer weiter von einander; (Fig. 1. *b*) werden mit der Zeit kleiner (Fig. 1. *c*) und schwinden endlich gänzlich (Fig. 1. *d*). In keinem einzigen Falle aber erhielt ich ein Bild, das mir für das Auswandern dieser Partikel oder für den Zerfall eines solchen Kernes in mehrere kleinere sprach. Ein Kernnetz ist hier schon deutlich zu sehen. Es färbt sich mit Haematoxylin ziemlich scharf. Ebenso färbt sich der Nucleolus mit Haematoxylin recht stark, mit Boraxcarmin dagegen bleibt er nahezu ungefärbt. Bei *b* in Fig. 1 sieht man schon, wie sich einige Kerne, die absolut nicht von den ursprünglichen Kernen (*k*) zu unterscheiden sind, an das junge Ei anlegen. Diese werden zu den Follikelzellen. Bei dem folgenden Ei (*c*) ist dies nun noch mehr der Fall, sie haben hier schon einen völligen Follikel (*f*) gebildet. In dem Zellplasma des Eies selbst ist aber hier noch keine Spur von Kernen zu sehen, obgleich die peripheren Chromatinpartikel, die doch nach Fol, Roule etc. zu

Fig. 1.

Holzschnitt Fig. 1. Schnitt durch ein Stück Ovarium von Amaroecium rubicundum. Sublimat. Haematoxylin. combinirt aus mehreren Schnitten. Seibert homog. Immers. $\frac{1}{12}$ Ocul. O.

den Kernen anwachsen sollten, hier schon auf das äusserste reducirt und fast geschwunden sind. Man sollte doch vermuthen, dass, wenn die Bildung der Follikel- und Testazellen vom Keimbläschen ausginge, man in diesen jungen Stadien einmal einen Kern im Eiplasma auf der Wanderung nach der Peripherie anträfe. Das habe ich aber trotz eifrigstem Suchen niemals finden können.

In dem nächsten abgebildeten Ei (Fig. 1. *d*) liegen an der Peripherie des Eies schon eine grosse Menge von Kernen, die sogen. „Testazellen"; die Follikelzellen haben sich zu einem vollständigen Follikelepithel zusammengefügt. Hier, in dem Keimbläschen dieses Eies, sind die peripheren Chromatinpartikel vollständig geschwunden, doch habe ich auch manche Eier mit Testazellen gesehen, bei denen sie noch vorhanden waren.

Die Testazellen liegen gewöhnlich in einer Schicht dicht unter dem Follikelepithel, doch kann man ebenso häufig Eier beobachten, bei denen einige solcher Testakerne auch weiter im Innern des Eies liegen, zuweilen sogar dicht am Keimbläschen. Doch ist letzteres Verhalten mir durchaus noch kein Beweis dafür, dass die Testakerne wirklich aus dem Keimbläschen stammen.

Dass die Follikelkerne von aussen sich an das Ei angelagert haben, scheint mir ganz sicher zu stehen, die Testakerne sind aber, was Färbung und Grösse anbetrifft, absolut nicht von den Follikelkernen und somit auch von den „Keimkernen" zu unterscheiden, wenigstens nicht bei diesen jungen Eiern. Ich halte es deshalb für höchst wahrscheinlich, dass die Follikel- und die Testazellen von aussen an das Ei gelangen.

2. Clavelina lepadiformis.

Die Ausbildung der „Keimkerne" zu den jungen Eizellen geht hier ganz ebenso wie bei Amaroecium vor sich. Hier wie dort liegen in einem Syncitium die Keimkerne mit ihren centralen und peripheren Chromatinkörnern neben den nur um weniges grösseren Eizellen, die ausser ihrer etwas helleren Färbung, dieselbe Structur wie jene haben. Diese jüngsten Eier haben schon eine Plasmazone um sich gebildet. Beim Heranwachsen vergrössert sich das Keimbläschen bedeutend unter dem Schwinden der peripheren Chromatinbrocken, während sich der Nucleolus (wahrscheinlich aus dem centralen Chromatinkörper) herausbildet.

Sehr bald nun sieht man, wie einige Kerne, die sich in gar nichts von den „Keimkernen“ unterscheiden, sich an das junge Ei anlegen und hier durch den Druck oft etwas abgeplattet werden. Wenn ich an der Eiperipherie einzelne Chromatinbrocken liegen sah, so konnte ich dieselben stets für Theile von nicht ganz in den Schnitt gefallenen Kernen erkennen. Diese Follikelkerne werden mit der Grössenzunahme immer zahlreicher, man findet sie jedoch bis zu einer ziemlichen Grösse des Eies (0,013—0,015 mm) nur ausserhalb desselben liegen.

Bei einem bedeutend grösseren Ei sieht man nun auch innerhalb des Eikörpers, dicht an seiner Peripherie Kerne liegen, die sich in gar nichts von den aussen befindlichen unterscheiden.

Bei Färbung mit Haematoxylin ist die Vertheilung der Chromatinkörner in ihnen genau so wie bei den äusseren Follikelzellen, bei Behandlung mit Flemming's Lösung und Saffraninfärbung werden beide Kernarten fast gar nicht gefärbt. Man sieht in ihnen nur im Innern eine Chromatinmasse deutlich hervortreten (Fig. 2). In dem im Holzschnitt Figur 2 abgebildeten Ei schien es mir ganz deutlich, als ob die Kerne von einer Seite der ziemlich stark gefärbten Dotterhaut, durch dieselbe hindurch, auf die andere Seite wanderten. Ich konnte häufig Kerne sehen, welche die Dotterhaut nach dem Innern des Eies hin vorgebaucht und etwas verdünnt hatten, grade als ob sie auf der Wanderung von aussen nach innen begriffen wären (Fig. 2, *a*). Anfangs sind, wie erwähnt, beide Kerne nicht von einander zu unterscheiden; bald aber wachsen die inneren, die „Testakerne“, bedeutend heran und färben sich endlich mit Saffranin ziemlich stark, während die Follikelkerne nach wie vor ungefärbt bleiben. Auch bei der Behandlung mit Sublimat und Haematoxylin zeigt jetzt ein verschiedenes Verhalten; die früher regelmässige Anordnung der Chromatinpartikel hat aufgehört, dieselben liegen hier unregelmässig durcheinander in dem ziemlich stark angewachsenen Kern. — In diesem Stadium tritt noch kein eigentlicher Dotter im Ei auf. Letzteren sieht man zuerst als helle Zone (bei Sublimat-Haematoxylin-Behandlung) um das Keimbläschen. Sehr häufig findet man diesen Hof nicht rings um das ganze Keimbläschen herumgehen, er bildet dann eine halbmondförmige Zone, die dem letzteren anliegt. Es erinnert dies etwas an die Bilder, welche

Fig. 2.

Stück der Eiperipherie von Clavelina. Flemming's Lösung. Saffranin. Seibert, hom. Immers. 1/12 Oc. o.

SABATIER*) giebt. Dass man es hier aber mit Dotterbildung und nicht mit der Entstehung eines Follikelkerns am Keimbläschen zu thun hat, ist ganz sicher.

Bei der Färbung mit Saffranin findet man bisweilen am Keimbläschen oder im Zellkörper des Eies einen stark roth gefärbten Körper, den ich jedoch für einen auftretenden Dotterpartikel halte, zumal in älteren Stadien das ganze Ei mit gleichen Körpern angefüllt ist.

Es ist mir also auch hier bedeutend wahrscheinlicher, dass Follikel- und Testazellen von aussen an das Ei gelangen und nicht aus seinem Keimbläschen entstehen.

Ausser Amaroecium und Clavelina habe ich auch noch eine Art von Phallusia, die bei Helgoland häufig vorkommt, untersucht (wahrscheinlich Ph. pedunculata). Leider war jedoch das Material nicht derart gut conservirt, dass sich in dieser schwierigen Frage sichere Schlüsse ziehen liessen. So weit ich sehen konnte, ist die Entstehung des Keimbläschens aus den „Keimkernen" ganz ähnlich wie bei den andern beiden Formen. In späteren Stadien kann man allerdings bei Haematoxylinfärbung an der Peripherie des Keimbläschens eine Menge von dunkel gefärbten Partikeln liegen sehen, die zur Vermuthung veranlassen könnten, dass aus ihnen die Epithelzellen würden. Mit Boraxcarmin treten diese Partikel nicht hervor, wogegen sich hier der mit Haematoxylin blass bleibende Nucleolus stark roth färbt. Ich habe diese Art nicht genau genug untersuchen können, um hier eine positive Behauptung aufstellen zu können, doch scheint es mir unwahrscheinlich, dass bei Phallusia die Entstehung der Follikel- und Testazellen anders vor sich gehen sollte, als bei Amaroecium und Clavelina.

Wenn ich also noch einmal zusammenfasse, so kann ich zwar nicht positiv beweisen, dass die Follikel- und Testazellen nicht aus dem Keimbläschen stammen, doch halte ich die andere Erklärung, derzufolge sie von aussen an das Ei gelangen, für die bei weitem einfachere und wahrscheinlichere. Ebenso wie ich bei diesen Ascidien konnte O. SEELIGER**) auch bei Salpen niemals den Austritt von Zellen aus dem Keimbläschen sehen.

Was nun die Bedeutung der Testazellen anbetrifft, so glaube ich in Uebereinstimmung mit den meisten Autoren, dass dieselben

*) A. SABATIER. Sur les cellules du Follicule etc. chez les Tuniciers in Rec. zool. suisse. T. I. 1884.

**) O. SEELIGER. Die Knospung der Salpen. Jenaische Zeitschr.

einfach die Rolle von Nährzellen spielen. Dass sie mit dem Ei und Embryo nichts Näheres zu thun haben, zeigt sich auch wohl schon aus dem Umstand, dass sie nach der Befruchtung des Eies, wenn letzteres sich contrahirt, aus demselben heraustreten. Dass sie an der Bildung des Mantels sich nicht betheiligen, ist ja schon lange gezeigt.

Geradeso wie bei Trematoden Eizelle und Nährzellen in einer gemeinsamen Haut liegen, so auch hier. — Vielleicht könnte man diese Kerne noch mit den weissen Blutkörperchen vergleichen, die in die degenerirenden Eier eindringen, nur dass hier die Blutkörperchen die Oberhand gewinnen, während bei den Tunicaten das Ei die Wanderzellen verzehrt.

NB. Diese Beobachtungen über Tunicaten wurden nachträglich eingeschoben; sie sind deshalb im allgemeinen Theil der Arbeit nicht berücksichtigt.

III. Zusammenfassung der Resultate.

In Vorhergehendem habe ich nun meine Beobachtungen an den verschiedenen Arthropodenformen zusammengestellt. Wir wollen nun sehen, was gemeinsam an ihnen ist und welche Schlüsse sich aus ihnen ziehen lassen. Es wird am besten sein, wenn wir die einzelnen Punkte der Uebersicht halber gesondert betrachten.

1. Die Entstehung des Eies aus den Keimzellen.

Auf die Entstehung der Eier aus den Keimzellen habe ich meistens nicht specieller geachtet. Nur bei einigen Formen habe ich sie einer eingehenderen Untersuchung unterzogen, so bei Carabus, Epeira, Julus, Glomeris und Peripatus.

Bei allen diesen Thieren konnte nachgewiesen werden, was ja überhaupt schon lange bekannt war, dass das Keimbläschen durch einfache Umwandlung eines Kernes der Keimzellen entsteht. An den letzteren konnte ich niemals Zellgrenzen unterscheiden, es handelte sich jedesmal um Kerne, welche in einer Plasmamasse lagen und welche entweder compact als ein regelrechtes Syncytium (Insekten) oder in einer epithelialen Fläche auftraten (Spinnen, Myriopoden). Um den Kern, der zum Eikern werden soll, bildete sich eine Plasmazone, ein eigener Zellkörper. Schon die jüngsten Eikerne zeichnen sich bei Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin dadurch aus, dass sie roth werden, während die anderen Kerne die blaue Farbe annehmen.

Die Keimkerne der untersuchten Arthropoden zeigten ganz, wie das auch WILL von seinen „Ooblasten" bei Nepa angiebt, eine sehr charakteristische Struktur (nur Peripatus machte davon eine Ausnahme). In die ziemlich stark gefärbte Kerngrundsubstanz war im Centrum ein Chromatinkörper eingebettet, ausserdem war an der ganzen Peripherie des Kerns ein Kranz derartiger stark gefärbter Brocken vorhanden. Der junge Eikern nun, der schon etwas durch seine Grösse gegen die übrigen Kerne abstach, unterschied sich von ihnen stets durch seine bedeutend heller gefärbte Kerngrundsubstanz; letztere nahm, wie oben erwähnt, bei der Doppelfärbung mit Pikrocarmin und Haematoxylin eine röthliche Farbe an, während die Kerne des Keimepithels bei dieser Behandlung stets blau wurden. Die peripheren Chromatinpartikel verschwinden jetzt allmählich, und im Centrum bildet sich der Nucleolus aus. Ob letzterer von dem centralen Chromatinkörper abstammt oder eine Neubildung ist, konnte ich nicht entscheiden. Niemals aber war nur die Andeutung davon zu constatiren, dass irgend welche Chromatinkörper aus dem Eikern auswanderten, um Follikelkerne oder Dotter zu bilden. Erstere liessen sich stets mit grösster Wahrscheinlickeit als aus den Kernen des Keimepithels enstanden nachweisen, was besonders klar bei Spinnen, Myriopoden und Peripatus war.

Die Bildung des Keimbläschens von Peripatus weicht ein klein wenig von der bei den anderen untersuchten Formen ab; ich will aber hier nicht noch einmal seine Entstehungsgeschichte wiederholen.

2. Die Reifungserscheinungen.

Bei allen näher untersuchten Eiern konnte ich in jungen Stadien das Keimbläschen im Centrum bemerken.

In einer gewissen Zeit aber, oft schon sehr früh, beginnt es an die Peripherie zu wandern, wo es längere Zeit verweilt und ganz eigenthümliche Veränderungen erleidet. Der Ort an der Peripherie, wo es während dieser Zeit liegt, kann verschieden sein; es kann in der Mitte einer Längsseite, sogar noch etwas gegen den unteren Pol liegen (cf. Aphrophora); meistens finden wir es aber ganz in der Nähe des oberen Pols (cf. Lepidopteren, Musca, Anabolia, die meisten Hymenopteren etc.).

Hier liegt es hart am Follikelepithel an, plattet sich sogar meistens gegen dasselbe etwas ab. Oft schon vorher (Carabus), oft aber erst hier (Sphinx), manchmal auch erst später (Silpha),

verliert das Keimbläschen seinen Nucleolus. Die Art und Weise, wie derselbe schwindet, ist verschieden, er kann in kleinere Stücke zerfallen (Carabus auratus, Dytiscus); er kann aber auch allmählich immer blasser und blasser werden, bis man ihn endlich nicht mehr unterscheiden kann (Sphinx ligustri). Aus allem schien mir hervorzugehen, dass das Schwinden des Nucleolus nicht zum Wesen der Eireifung gehört, besonders aber weil ich ihn bisweilen (so bei Silpha) so lange verfolgen konnte, als noch ein Rest des Keimbläschens im Ei sichtbar war.

Bei sehr vielen der untersuchten Formen konnte ich nun bemerken, dass das Keimbläschen an der Seite, welche der Eiperipherie anlag, eingebuchtet war und dass in dieser Bucht grössere oder kleinere Ballen lagen, welche sich durch ihre Färbung und ihr Lichtbrechungsvermögen von den Dotterpartikeln unterschieden. Besonders schön waren sie bei Lina populi, bei Sphinx und Zygaena und bei Musca; dieser ganze Vorgang konnte bei 15 von 25 untersuchten Insektenformen constatirt werden und zwar bei Vertretern aller Ordnungen. Wir sind deshalb wohl berechtigt, ihn als allgemeine Erscheinung anzusehen.

Es konnte nun gezeigt werden, dass diese Ballen höchst wahrscheinlich aus dem Keimbläschen abstammen. Bei den Lepidopteren und bei Musca hatte das Keimbläschen kleine stumpfe Fortsätze, welche sich voraussichtlich abschnürten und so die Ballen lieferten. Bei Lina waren nur ein oder zwei sehr grosse Ballen vorhanden, die gradezu im Keimbläschen vergraben waren. Später konnten wir dieselben von letzterem getrennt wiederfinden.

Einmal bei Zygaena (cf. Fig. 82, Taf. VII) machte es den Eindruck, als wenn die einzelnen runden Ballen noch im Keimbläschen drin lagen, als wenn die periphere Hälfte desselben durch Eindringen einer feinen Punktsubstanz in einzelne Partien zerfallen war. Die Ballen hatten hier bis in alle Details dieselben Eigenschaften wie die Substanz des Keimbläschens selbst. Stets aber lagen sie an der Seite des Keimbläschens, welche dem Follikelepithel zugewendet war, sie wurden also stets nach aussen abgeschieden.

Ich will hier nicht alle beobachteten Fälle und ihre Einzelheiten nochmals aufzählen, ich glaube nur sagen zu können, dass wohl kein Zweifel aufkommen kann, dass diese Ballen thatsächlich aus der Substanz des Keimbläschens stammen.

Wir haben uns nun zu fragen, als welchen morphologischen Vorgang wir diesen Ballenaustritt aufzufassen haben. Dabei können

wir von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen; wir können zuerst daran denken, dass die Ballen einzeln aus dem Keimbläschen heraustreten, alsdann hätten wir eine Art von Kernknospung vor uns: aus einem grossen Kern entstehen eine Anzahl kleinere. Ob wir aber diese Annahme machen dürfen ist mir sehr zweifelhaft, sie stimmt doch sehr wenig mit unseren heutigen Ansichten über die normale Kernvermehrung überein. Ausserdem kann man auch nicht einsehen, warum denn nur auf der einen und nicht auf allen Seiten des Kernes eine derartige Knospung stattfindet, wenn doch einmal eine Menge von kleinen Kernen gebildet werden, warum denn nicht an allen Seiten des grossen. Allerdings könnte man das einseitige Auftreten mit der Lage des Kernes in Verbindung bringen. Man könnte sagen: der Umstand, dass der Eikern an einer Seite von der grossen Masse des Eies, an der andern Seite aber von nahezu gar keiner Plasmamasse begrenzt ist, bewirkt es, dass die kleinen Kerne nur nach aussen abgeschieden werden. Doch kann man sich dabei nichts denken. — Ich glaube, dass wir eine viel natürlichere Auffassung der Verhältnisse bekommen, wenn wir an die 1—2 grossen Ballen anknüpfen, die ich oben bei Lina populi beschrieben habe. Wir haben hier einen (oder zwei) grosse Ballen, (die beiden Ballen treten wahrscheinlich nacheinander aus) deren Radius ungefähr ein Viertel oder ein Drittel des Keimbläschenradius beträgt. Das ist allerdings schon ein ziemlich bedeutender Unterschied, aber ich finde da nichts im Wege liegend, hier an eine einfache direkte Theilung des Kerns zu denken, bei der ein Tochterkern bedeutend grösser als der andere ist. Solche verschiedene Grössen der Tochterkerne kommen doch auch bei der indirekten Kerntheilung vor, ich erinnere nur an die Richtungskörperchen der meisten Thiere, z. B. der Seesterne, wo der im Ei bleibende Kern bedeutend den ausgestossenen an Grösse übertrifft.

Auf diesen Gedanken bin ich besonders auch durch das vorhin erwähnte Bild von Zygaena geführt (Fig. 82, Tafel VII). Dort machte es in der That den Eindruck, als ob die eine Hälfte des Keimbläschens durch eine Punktsubstanz von der andern abgegrenzt sei und ausserdem selbst durch diese Punktsubstanz in einzelne Theile zerfällt wäre. Wir hätten also hier eine direkte Kerntheilung, bei der eins der Theilprodukte sofort, gewissermassen in statu nascendi, in kleinere Theile sich auflöste.

Aber einerlei ob man den ersten Modus der successiven Entstehung der „Ballen“ oder den zweiten der gleichzeitigen Entstehung

annimmt, im Grunde genommen kommt beides doch auf dasselbe heraus, beides ist eine Modifikation der direkten Kerntheilung.

Dass es sich hier um eine direkte und nicht um die gewöhnliche, aber doch gewiss umständlichere indirekte Theilung handelt, kann uns wohl nicht so sehr wundern, wenn wir bedenken, wie enorm abgekürzt überhaupt die ganze Ontogenese der Insekten ist. Ausserdem zeigte sich ja oben, dass höchst wahrscheinlich bei den ersten Embryonalkernen von Musca die direkte Theilung vorkommt. Wenigstens liessen sich mit unseren jetzigen Mitteln keine karyokinetischen Figuren constatiren.

So scheinen denn doch bei näherer Betrachtung die Reifungsvorgänge der Insekten nicht so enorm von denen der anderen Thiere verschieden.

Für diese hier auftretenden Ballen möchte ich den Namen „Reifungsballen" vorschlagen.

Wie die Reifung bei den Spinnen und Myriopoden vor sich geht, konnte ich nicht genauer verfolgen. Jedenfalls rückt auch hier das Keimbläschen an die Oberfläche und wird dort so modificirt, dass es sich unseren Blicken entzieht (Phalangium, Julus, Glomeris).

Bei Glomeris konnte ich sogar ein an der, der Peripherie zugekehrten Seite eingebuchtetes Keimbläschen auffinden, so dass man wenigstens hier den Reifungsvorgang als dem der Insekten gleich vermuthen kann. Die näheren Verhältnisse, besonders auch noch die der Crustaceen, bieten noch ein weites Feld der Forschung.

Bei Peripatus Edwarsii spielt sich wie bei den meisten Thieren die Reifung durch Ausstossen zweier Richtungskörperchen ab, die durch indirekte Theilung des Keimbläschens entstehen. Ebenso konnten Grobben und Weismann bei niederen Crustaceen mit kleinen Eiern wirkliche Richtungskörperchen beobachten.

Es führt uns dies auf die Vermuthung, dass ursprünglich, wie bei allen anderen Thieren, auch bei den Vorfahren der Arthropoden die Eireifung durch indirekte Theilung vor sich ging. Dies ist uns noch bei Peripatus und einigen niederen Crustaceen erhalten. Später aber, wohl wahrscheinlich durch den grösser werdenden Dotterreichthum der Eier, wird die Reifung modificirt, so dass wir sie jetzt in der heutigen Gestalt vor uns haben. Es ist deshalb sehr gut möglich, dass noch bei anderen niederen Arthropoden, besonders wenn dieselben dotterarme Eier haben, wirkliche Richtungskörper aufgefunden werden. Bei den

viviparen Aphiden wird es ja allerdings von den Beobachtern bestritten. So viel aber ist wahrscheinlich, dass bei den dotterreichen Eiern keine wirklichen Richtungskörper vorkommen*). Als Beispiel mögen gerade die Daphniden dienen. Moina sowie Polyphemus, wo Richtungskörper vorkommen, haben beide sehr kleine Eier, weil die sich entwickelnden Eier durch die vom „Nährboden" abgesonderte Flüssigkeit der Brutkammer ernährt werden. Bei den dotterreichen Eiern anderer Daphniden sind aber bis jetzt noch keine Richtungskörper constatirt worden.

Zum Schlusse möchte ich noch auf einen Punkt zu sprechen kommen, nämlich auf die Zeit der Reifungserscheinungen. Bei den meisten Thieren treten dieselben erst am vollständig ausgebildeten Ei auf, zuweilen sogar erst nach dem Eindringen des Spermatozoons in das Eiplasma. Hier aber geschieht der Austritt der „Reifungsballen" in einem sehr frühen Stadium, während das Ei noch nicht im Entferntesten seine halbe Grösse erreicht hat. Dies ist gewiss sehr merkwürdig und man könnte deshalb bezweifeln, dass es sich hier um die wirkliche Reifung des Eies handelt. Ich glaube aber, dass dies wiederum mit dem Dotterreichthum der Eier zusammenhängt. Von grossen Wirbelthiereiern wissen wir ja auch, dass schon zu sehr früher Zeit das Keimbläschen an die Oberfläche des Eies steigt und dort grosse Veränderungen erleidet.

Bei den wenigen von mir untersuchten Insekten konnte man schon eine grosse Verschiedenheit in dem Zeitpunkt bemerken, wo die Ballen austraten. Ich habe mich vergebens bemüht, hier eine gewisse Reihenfolge auffinden zu können, um irgendwie eine „phyletische Verschiebung" constatiren zu können, habe jedoch den Versuch bald wieder aufgegeben, da hiezu die Anzahl der untersuchten Formen nicht im entferntesten ausreichte. Hoffentlich wird dies späteren Arbeiten gelingen.

Man könnte auch annehmen, dass der Austritt der Ballen und somit die Reifung des Eies gar keine Rückwärtsverschiebung in der Ontogenie erlitten hätte, sondern dass der Dotter dem Ei secundär durch die Zellen des Follikelepithels aufgepfropft sei, dass

*) WILL hat in seiner neuen Arbeit (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43, Heft 2. 1886) die Angabe, dass er bei Dytiscus ein Richtungskörperchen beobachtet hätte und dass hier der Eikern niemals völlig schwindet (p. 353). Wenn sich dies letztere bestätigen sollte, was erst die ausführliche Arbeit zeigen wird, so wäre ja die von mir vermuthete Continuität des Eikerns bewiesen. Das Richtungskörperchen möchte ich vor der Hand noch nicht als feststehend annehmen.

er eine Art von „Parablast“ wäre. Ich muss sagen, dass ich persönlich gar nicht geneigt bin, das Ei als eine Art Zwitterwesen aufzufassen, als eine Zelle, in welche durch andere Zellen grosse Mengen Eiweiss hineingelagert sind. Das Ei ist meiner Meinung nach eine Zelle, die ausser anderen Aufgaben die Function hat, grosse Mengen von Eiweiss zu assimiliren und als Nahrungsmaterial in sich aufzuspeichern, sei es nun, dass diese Nahrung einfach in Blutflüssigkeit besteht, sei es, dass das Ei andere Zellen, wie Nährzellen oder auch Leukocyten auffrisst.

3. Das Schwinden des Keimbläschens.

Wie ich oben gezeigt habe, verschwindet das Keimbläschen, nachdem es die „Reifungsballen“ abgegeben hat, in den untersuchten Fällen spurlos aus dem Ei. Die Art und Weise, wie dies geschieht, ist nun verschieden, lässt sich jedoch auf zwei Grundformen zurückführen. Jedesmal verliert es entweder sofort oder doch sehr bald nach Austritt der Ballen seine Membran.

Es kann nun erstens ganz amoeboid zerfliessen, wie wir es am schönsten bei Silpha und Necrophorus, dann aber auch bei Dytiscus gesehen haben.

Gerade das Beispiel von Silpha ist mir, wie ich oben gezeigt habe, geradezu ein Beweis dafür, dass durch das Auftreten des Dotters das Keimbläschen immer mehr schwindet. Ich will hier meine Beschreibung nicht noch einmal wiederholen und verweise deshalb auf meine obige Darstellung.

Zweitens kann das Keimbläschen aber auch schwinden, indem sich seine Structur vollständig ändert (Sphinx, Zygaena, Musca). Nachdem die Membran geschwunden ist, wird die sonst homogene Kernsubstanz feinkörnig, sie scheint aus einer grossen Menge kleiner Bläschen zusammengesetzt zu sein. Die Contouren des Keimbläschens werden nun undeutlich, entweder zuerst nur auf einer Seite (Zygaena) oder an der ganzen Peripherie zugleich (Musca), und es macht den Eindruck, als wenn Dotterkörnchen zwischen die Substanz des Keimbläschens oder letztere zwischen den Dotter sich hineindrängten. Endlich ist vom Keimbläschen nichts mehr zu sehen, es lässt sich durch unsere jetzigen Reagentien nicht mehr nachweisen.

Jemand könnte nun behaupten, dass das Schwinden des Keimbläschens das Wesen der Reifung sei, doch lässt sich dieser Ein-

wurf einfach durch die Thatsache widerlegen, dass bei einigen Insekten (Aphiden, Cecidomyia) das Keimbläschen eben nicht schwindet, dass aber doch ein so fundamentaler Vorgang wie die Reifung bei allen Insekten der gleiche oder wenigstens kein vollständig verschiedener sein wird. Gerade der Umstand, dass bei den viviparen Aphiden und den viviparen Cecidomyialarven das Keimbläschen nicht schwindet, führt uns wieder auf den Gedanken, dass der Dotter das Schwinden bewirkt.

Ich glaube, dass ich meine Ansicht so formuliren kann: Ursprünglich blieb der Eikern, wie bei den meisten übrigen Thieren, sichtbar. Bei den kleinen dotterlosen Eiern der Aphiden und Cecidomyialarven konnte dieser Zustand bestehen bleiben. Bei den schon bedeutend dotterreicheren Eiern der Gallwespen (WEISMANN) und wahrscheinlich auch einiger Ichneumoniden (GANIN) zerfloss der Eikern sehr stark amoeboid, so dass man ihn nur noch als Wolke im Ei wahrnehmen konnte. Dieser Process geht bei den andern Insekten noch weiter, so dass hier die Kernsubstanz im Ei derartig vertheilt ist, dass wir dieselbe überhaupt nicht mehr nachweisen können, besonders, da dieselbe auch meistentheils vollständig jedes Chromatin entbehrt.

Hier ist also ein ganz ähnliches Verhältniss zwischen dem Dottergehalt des Eies und der Modification der Kernverhältnisse zu erkennen, wie vorhin bei der Reifung.

Das Auftreten des ersten Furchungskernes, über das ich nur zwei Beobachtungen bei Musca habe, wolle man an dem betreffenden Orte nachsehen.

Ich möchte hier noch kurz die Frage berühren, ob wir den Zustand des Insekteneies, in welchem wir keinen Kern entdecken können, wirklich als einen Rückschlag zur Monere im Sinne HAECKEL's auffassen können. Ich glaube: nein! Erstens schwindet ja der Kern bei den meisten Thieren und auch bei einer Anzahl von Insekten überhaupt gar nicht, dann aber können wir, wenn wir das Ei als einfache Zelle auffassen, hier überhaupt nicht von einem Rückschlag reden, weil auf die einzelligen Wesen wie WEISMANN [172] gezeigt hat, das „biogenetische Grundgesetz" überhaupt keine Anwendung findet. Einzellige Wesen, und als solche müssen wir doch die Eier betrachten, haben in der That gar keine ontogenetische Wiederholung ihrer Vorfahren. Die Knospe einer Acinete, die ja vom Mutterthier stark abweicht, repräsentirt uns keineswegs eine, wenn auch noch so coenogenetisch veränderte Vorfahrenform der Acineten.

Wir haben in ihr nur eine besondere Anpassung: das Mutterthier sitzt fest, während die „Knospe“ frei schwimmt, um sich irgendwo anders niederzulassen. — Ebenso ist auch das Insektenei, in dem wir keinen Kern sehen, nicht ein Rückschlag zur „Monerula“, sondern nur eine besondere Anpassung an den Dotterreichthum des Eies. Inwiefern allerdings das Unsichtbarwerden des Kernes und das massenhafte Auftreten des Dotters physiologisch zusammenhängen, darüber kann man bis jetzt keine Vermuthungen aufstellen.

Eher als mit einer Monere könnte man ein solches Ei mit einem Infusor vergleichen, dessen Kern zu gewissen Zeiten in einzelne Stücke zerfällt, wie bei einer Opalina. Mehr neige ich jedoch zu der Ansicht, dass die Kernsubstanz sich nicht zerstreut, sondern nur sehr amoeboid zerfliesst, so dass sie bei ihrer Farblosigkeit zwischen dem Dotter nicht wahrgenommen werden kann; die Verhältnisse bei den Gallwespen berechtigen wohl zu dieser Annahme.

Ich glaube, dass noch etwas aus diesen Betrachtungen folgt, dass nämlich auch hier wie bei anderen Thieren eine Continuität des Eikerns besteht.

4. Vergleich mit den Wirbelthieren.

Es liegt nun sehr nahe, die Reifungsvorgänge der Insekteneier mit denen in anderen dotterreichen Eiern zu vergleichen, nämlich mit denen der Wirbelthiere. Weit entfernt, eine vollständige Aufzählung der Beobachtungen über die Reifung der Vertebrateneier geben zu wollen, will ich aus den einzelnen Klassen nur Beispiele herausgreifen.

Bei Amphioxus ist nach Hatscheck [73] bei frischgelegten Eiern das Keimbläschen geschwunden, ein Richtungskörper liegt am animalen Pol. Vor dem Beginn der Furchung ward wieder ein Kern gesehen.

Bei Petromyzon bilden sich nach den Berichten von Kupffer und Benecke [95] und Scott [148] zwei Polkörper und zwar einer vor der Befruchtung und einer im Zusammenhang mit einem Plasmazapfen des Eies nach der Befruchtung. Ein Theil des Keimbläschens bleibt als Eikern im Ei zurück.

An dem Ei von Merlucius soll nach Kingsley und Conn [89] ein kleines Richtungskörperchen durch die Mikropyle austreten. Vorher sah man den Eikern als Sonne unter der Mikropyle. Die Beobachtungen scheinen mir aber noch nicht zu genügen, um hier

mit Sicherheit die Bildung eines Richtungskörperchens annehmen zu können. Ferner beschreibt HOFFMANN [81] noch bei Knochenfischen (Scorpaena, Julis) echte Richtungskörper. Das Keimbläschen soll an die Peripherie steigen und sich dort zum grössten Theil mit dem Einhalt vermischen. Aus dem kleineren Theil soll sich an der Mikropyle eine Kernspindel bilden, von deren peripherem Pol sich ein Richtungskörper abschnürt, während der Rest zum Eikern wird.

Alle anderen Beobachter haben kein Richtungskörperchen gesehen. Nach BALFOUR [16] soll bei Selachiern nur die Membran des Keimbläschens ausgestossen werden, während der Inhalt im Dotter zurückbleibt, um resorbirt zu werden. Das Keimbläschen des Störeies ist nach SALENSKJ [142] 1/4 Stunde nach der Ablage verschwunden und an seiner Stelle findet man „une quantité de petits îlots, formées d'une substance pareille à celle de la vesicule et noyées dans la substance du germe." Er schliesst, dass das Keimbläschen sich im Dotter auflöst. Der Eikern soll von einem jener „îlots" herrühren, die durch Schwinden des Keimbläschen entstanden sind.

Nach dem Verlassen des Follikels soll das Keimbläschen der Forelle nach OELLACHER *) aus dem Ei entfernt werden, seine Membran soll dann dem Dotter als kleines Schleierchen aufliegen, auf welchem der Inhalt in Gestalt von 1—2 feinkörnigen Kugeln liegen soll, Er hält es für das Wahrscheinlichste, dass sich das Keimbläschen später auflöst. Das abgelegte Ei der Forelle fand WALDNER [168] kernlos, erst nach 7 Stunden trat ein Kern auf.

Bei den Amphibien stimmen die verschiedenen Beobachter darin überein, dass sich das Keimbläschen auflöst. RUSCONI [136] lässt es sich an der Oberfläche ausbreiten. v. BAMBECKE konnte keinen Eikern feststellen und nach O. HERTWIG **) löst sich das Keimbläschen vor der Befruchtung auf und mischt sich dem Dotter bei. Ein feiner Schleier gelblicher Substanz am Keimpol wird als unbrauchbarer Körper gedeutet, der aus dem Dotter ausgetrieben wird, nachdem sich die Substanz des Keimbläschens mit dem Eikörper gemischt hat.

Im Ei der Reptilien schwindet das Keimbläschen ebenfalls ziemlich früh. Nach v. BAER rückt es an die Peripherie, durchbohrt

*) Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. 22. 1872.
**) Morphol. Jahrbuch Bd. III.

die Dotterhaut und löst sich noch im Ovarium auf. Clark [49] betrachtet das Keimbläschen der Schildkröten nur als an der Peripherie gelegene Concentration von Eiweissubstanz, die, ohne Bedeutung für das Ei zu haben, resorbirt werden kann. Nach Eimer soll das Reptilienei erst nach dem Verlust des Keimbläschens den Hauptheil seines Wachsthums durchmachen. Hoffmann [82] sah, dass es sich der Zona radiata anlegte und vermuthet aus Analogie mit den Knochenfischen, dass es sich dort in die Richtungsspindel verwandelt. Nach Sarasin [143] rückt das Keimbläschen der Eidechse an die Oberfläche und breitet sich dort als eine dünne Schicht aus. Aehnliches sah er beim Wellensittich. Ein direkter Uebergang vom morphologischen Elemente des Keimbläschens in die Furchungskerne ist nicht zu sehen. „Theile desselben werden in den Dotter aufgenommen, aus diesen gehen vielleicht die Kerne hervor. Kein morphologisches Stück derselben bleibt als Eikern zurück“ (p. 190).

Bei den Vögeln haben wir ebenfalls ein Schwinden des Keimbläschens zu verzeichnen. R. Wagner [166] vermuthet, dass es sich abplattet und mit dem „stratum germinativum“ verschmilzt. Allen Thomson [158] beschreibt es in reifen Eierstockseiern als weiches plattes Gebilde; es ergiesst seine Substanz in die Oberfläche der Keimschicht und mischt ihr ein wichtiges Material bei. Nach Kölliker verschwindet es im oberen Theil des Oviducts spurlos. Im Ovarialei sieht man es noch als flaches Gebilde der Dotterhaut anliegen.

Bei den Säugethieren schwindet das Keimbläschen nach Bischoff schon im Ovarium. Die neueren Untersuchungen durch v. Beneden [21. 25] und Rein [132] haben aber ergeben, dass hier Richtungskörperchen gebildet werden. Beide Untersucher lassen das Keimbläschen im Ei selbst schwinden. Ob es sich dort nicht doch noch wird constatiren lassen, müssen erneute Untersuchungen zeigen.

Ich sehe von einer Kritik der verschiedenen Beobachtungen und Deutungen gänzlich ab, mir kommt es hier nur darauf an, zu zeigen, dass bei den kleinen Eiern der Säugethiere, sowie bei einigen Fischen, die doch verhältnissmässig niedrig stehen, Richtungskörper vorkommen, dass aber bei den grossen dotterreichen Eiern der anderen Vertebraten die Reifung auf irgend eine andere Weise stattfinden muss, auf welche ist allerdings schwer zu entscheiden. Zugleich ist auch hier, wie bei den dottereichen Insekteneiern, das Schwinden des Keimbläschens zu constatiren.

Diese Homologie zwischen den Arthropoden- und Vertebrateneiern scheint mir ein neuer Beweis dafür zu sein, dass es in der That nur der Dotterreichthum ist, welcher die Modification der Reifungserscheinung und das Verschwinden des Keimbläschens bewirkt hat.

5. Der Dotterkern.

Wenn auch die Bildung der Dotterkerne nicht eigentlich in mein Thema fällt, so möchte ich doch noch hier mit einigen Worten darauf zurückkommen, besonders da dieselbe doch immer noch einen streitigen Punkt bildet.

Ueber die specielle Entstehungsgeschichte der Dotterkerne bei den Hymenopteren will ich hier nicht noch einmal mich auslassen; ich muss da auf die betreffenden Stellen im beschreibenden Theil meiner Arbeit verweisen, ebenso was die Gründe betrifft, die mich bewogen, diese Gebilde nicht als echte Kerne, wie BLOCHMANN [33], sondern als Dotterkerne anzusehen. Ihre Entstehung an der Peripherie des Keimbläschens, ihre spätere Auflösung, besonders aber die Vergleichung der verschiedenen untersuchten Arten brachten mich zu diesem Schlusse. Ich will hier nur noch einmal kurz recapituliren.

Die ursprüngliche Entstehung aller Dotterkerne der Hymenopteren liess sich auf einen Typus zurückführen. Es bildeten sich stets ganz kleine Concretionen dicht an der Peripherie des Keimbläschens oder doch wenigstens in seiner unmittelbaren Nähe. Diese wanderten nun vom Keimbläschen weg und legten sich in einer vollständigen Schicht an die ganze Eiperipherie (Bombus) oder sie blieben mehr am oberen Eipol angesammelt (Vespa, Trogus, Pimpla) oder endlich sie konnten sich zu einer Anzahl etwas grösserer, im ganzen Ei vertheilter Klumpen vereinigen (Banchus). Ich bezeichnete dies mit dem Namen „diffuser Dotterkern“ *).

Es können nun auch die einzelnen kleinen Dotterconcretionen sich zu einer einzelnen grossen gefärbten Masse vereinigen, die stets am hinteren Eipol lag. Dies Gebilde nannte ich den „eigentlichen Dotterkern“ (Anomalon, Ophion, Lampronota, Ephialtes, Ambyteles). Man kann also wohl den diffusen Dotterkern als eine ontogenetische und phylogenetische Vorstufe des eigent-

*) Aehnliche Gebilde, die auch auf dieselbe Weise entstanden, hat Herr Dr. KRAEPELIN bei Süsswasserbryozoen gefunden.

lichen Dotterkerns betrachten, wenigstens bei den Hymenopteren. Niemals aber konnte ich eine Entstehung aus dem Keimbläschen constatiren, wie Balbiani [13] dies für Geophilus und Will [178. 179] für den Frosch angiebt.

Bei den Spinnen habe ich die Entstehung des Dotterkerns nicht näher verfolgt, sehr merkwürdig sind aber die Verhältnisse bei Glomeris. Hier bilden sich erst in der Nähe des Keimbläschens eine oder mehrere Concretionen, die sich aber mit dem Wachsthum des Eies bald wieder auflösen. Später treten im Ei zwei verschiedene Dotterarten auf, von denen sich eine gelbroth, die andere blau bei der Doppelfärbung färbt. Die letztere ballt sich zu einer grossen Masse zusammen. Hier sind also offenbar zwei vollkommen verschiedene Arten von Dotterkernen vorhanden, denn als Dotterkern bezeichnen wir doch ein Gebilde, das von dem übrigen normalen Dotter abweicht.

Was nun meine Meinung über die Bedeutung des Dotterkerns betrifft, so schliesse ich mich der von Schütz [146] etc. an. Der Dotterkern stellt eine Concretion von besonderem, von dem gewöhnlichen Dotter verschiedenem Nahrungsmaterial dar, das zu irgend einer Zeit vom Ei resorbirt wird. Er kann schon sehr früh gelöst werden oder aber noch im abgelegten Ei vorhanden sein.

Balbiani [11], Sabatier [138] und Jatta [85] sehen im Dotterkern bekanntlich ein für die Entwickelung des Eies wichtiges Gebilde. Es soll sogar theils die Function der Samenzelle haben und durch seine Conjugation mit dem Keimbläschen die Entwickelung einleiten. Ich vermag nicht, mich dieser Hypothese Balbiani's anzuschliessen. Daraus, dass der Dotterkern oft am Keimbläschen lag, schloss man, dass derselbe sich mit ihm conjugirte. — Welche specielle physiologische Function der Dotterkern für das Ei hat, ist allerdings bis jetzt noch nicht zu sagen, er kann ja auch sehr gut zu verschiedenen Zwecken während der Entwickelung aufgebraucht werden, keinenfalls aber dient er zur Befruchtung des Keimbläschens.

Eine Zusammenstellung der Thiere, bei denen bis jetzt ein Dotterkern aufgefunden ist, findet man bei Schütz [146], es ist aber z. B. noch Astracanthion hinzuzufügen, wo Jatta [85] einen „diffusen Dotterkern" fand, ebenso Comatula nach Di Gasparis [52] u. A.

Freiburg i. B., Dezember 1885.

Resumé.

1. Bei den untersuchten Arten entsteht das Keimbläschen durch Differenzirung aus den Kernen des Keimepithels; eine Auswanderung von Chromatinkörnern zur Bildung von Epithelzellen oder dergl. findet nicht statt.

2. In ziemlich frühen Stadien wandert das Keimbläschen an die Eiperipherie, gewöhnlich in die Nähe des oberen Poles.

3. Hier giebt es grosse Ballen nach aussen ab, welche sich später auflösen. Dieser Prozess ist als eine Art von direkter Kerntheilung aufzufassen.

4. Es rückt nun in den meisten Fällen wieder von der Peripherie weg ins Innere hinein und „löst sich dort auf".

5. Das Unsichtbarwerden des Keimbläschens kann auf zwei Weisen geschehen, erstens durch amoeboides Zerfliessen, zweitens durch Veränderung seiner Structur.

6. Das Ei ist eine Zeit lang scheinbar kernlos.

7. Der erste Embryonalkern tritt in der Nähe des oberen Eipoles auf.

8. Die abnormen Reifungsvorgänge bei den Arthropoden sind wie bei den Wirbelthieren durch den Dotterreichthum des Eies hervorgerufen; bei dotterarmen Eiern ist eine Continuität des Eikerns nachgewiesen, desshalb muss sie auch bei den dotterreichen stattfinden.

9. Der Dotterkern der Hymenopteren etc. bildet sich in der Nähe des Keimbläschens, unter dem Einflusse desselben, aber nicht aus ihm. Der aus einzelnen Stücken bestehende „diffuse Dotterkern" ist ein ontogenetischer und phylogenetischer Vorläufer des „eigentlichen Dotterkerns, wenigstens bei den Hymenopteren.

Vorliegende Arbeit wurde im zoologischen Institut der Universität Freiburg i. B. im Sommer und Herbst 1885 angefertigt und die Resultate schon im November und Dezember niedergeschrieben. Ich fühle mich veranlasst, hier nochmals meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Prof. Weismann für seinen anregenden Unterricht und seine grosse Liebenswürdigkeit, mit der er meine Beobachtungen verfolgte und controllirte, meinen Dank auszusprechen. Ausserdem bin ich noch den Herren Prof. Gruber, Dr. Kraepelin, Dr. J. van Rees, Dr. Korschelt, sowie auch noch besonders Herrn Prof. v. Kennel zu Dank verpflichtet. Letzterer hat mir mit grösster Liebenswürdigkeit seine Präparate von Peripatus zur Verfügung gestellt.

Freiburg i. B., Ende Mai 1886.